AURELIAN BĂLTAREŢU

MINUNILE CHIMIEI

CUVÂNT ÎNAINTE

Chimia și agricultura... Două științe care până nu de mult n-aveau nicio legătură. În ultimele decenii însă, o dată cu dezvoltarea chimiei, agricultura a început să folosească tot mai mult cuceririle ei, în vederea ridicării producției. Astăzi chimia și agricultura își dau mina. Se ajută reciproc. Prima furnizează celei de-a doua nenumărate substanțe chimice — de la îngrășăminte până la produse speciale pentru dirijarea creșterii plantelor și formarea solului. Agricultura – și lumea vegetală în general – pune la dispoziția chimiei cele mai variate materii prime, pe care „meșterii eprubetelor” – chimiștii – le transformă în bunuri valoroase.

Astfel, puțini sunt cei care știu că din paie se poate face hârtie, mătase; că din scoarța stejarului, molidului, salciei se extrag substanțe tanante pentru industria pielăriei; că din seva mesteacănului se prepară o substanță folosită la conservarea sângelui; că mugurii de plop servesc la fabricarea lacului de lustruit; că din frunzulițe de brad, zadă, molid se extrag uleiuri eterice folosite la fabricarea camforului artificial. Dar câte nu obține chimia din plantele cultivate sau sălbatice, într-un cuvânt, din resursele vegetale. La noi în țară, acestea au început abia în anii regimului democrat-popular să fie puse în valoare. În Raportul CC. al P.M.R. Prezentat de tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej la Congresul al III-lea al P.M.R., cu privire la planul de dezvoltare al economiei naționale pe anii 1960—1965, se arată că „un element caracteristic al industrializării în această perioadă este trecerea la valorificarea superioară a resurselor naturale”. Aceste „resurse naturale” sunt reprezentate, printre altele, și de lemn, stuf, pășuni, finețe, paie etc.

Legătura apărută între agricultură și chimie, în vederea obținerii de recolte bogate, a dus la nașterea unei-noi științe: agrochimia. Aceasta se ocupă cu studiul substanțelor nutritive folosite în agricultură, cercetează problemele nutriției în legătură cu aplicarea îngrășămintelor chimice etc.

Rezultatele colaborării dintre chimie și agricultură pot fi văzute azi de oricine pe câmpurile gospodăriilor agricole, în fabrici și uzine. Acolo unde ieri țăranul – trudind din greu – abia-și scotea sămânța, ruptă adeseori de la gura copiilor, cresc azi bogate lanuri unduitoare de grâu, porumb sau alte plante. De ce? Fiindcă, prin grija partidului, loturile fărâmițate au fost unite, permițând „armăsarului de oțel" să tragă brazdă adâncă, să îngroape sub ea semințe și îngrășăminte chimice, „păsării de oțel" să arunce din văzduh substanțe ucigătoare pentru buruieni și dăunători, apelor să vină pe canale speciale până la rădăcina plantelor etc.

O producție mare de cereale, legume, plante industriale și furajere este una din cele mai importante condiții pentru întărirea puterii economice a patriei noastre. De aceea partidul a acordat și acordă o grijă deosebită dezvoltării agriculturii. Dar agricultura nu se poate dezvolta fără ajutorul altor științe. Mecanica a creat pentru ea diferite feluri de mașini; biologia noi soiuri de plante; chimia și-a adus și ea aportul său substanțial. Ţinând seama de acestea, în țara noastră au luat ființă uzine de tractoare și mașini agricole, institute de cercetări și fabrici de îngrășăminte chimice, insecticide, fungicide, raticide, ierbicide etc.

Lucrând pământul după cele mai noi metode, folosind mașinile cele mai moderne, utilizând cantități tot mai sporite de îngrășăminte, recoltele cresc an de an. Crește belșugul de produse agro-alimentare și industriale. Agricultura – cu toate sectoarele sale – devine din zi în zi un furnizor tot mai serios pentru industria chimică și prelucrătoare.

Pentru a produce în anul 1965 cantitatea de 14—16 milioane tone de cereale și leguminoase boabe, adică cu 70—80% mai mult ca în anul 1959, așa cum prevăd Directivele celui de al III-lea Congres al P.M.R., industria chimică are de îndeplinit o sarcină de mare răspundere: aceea de a livra agriculturii îngrășăminte chimice, care să cuprindă 500 000 tone substanță activă. În acest scop, în anii regimului democrat-popular au fost înălțate fabrici și secții moderne.

Sporirea continuă a producției agricole, în vederea ridicării nivelului de trai al oamenilor muncii, este proprie societății socialiste, spre deosebire de regimul capitalist, unde, așa cum a arătat Karl Marx în măreața sa operă „Capitalul": „orice progres al agriculturii capitaliste nu este numai un progres în arta de a-l jefui pe muncitor, dar în același timp și în arta de a jefui pământul".

Valorificarea pe cale chimică a producției vegetale a pus în fața muncitorilor, tehnicienilor, inovatorilor și inventatorilor din țara noastră sarcini deosebite. Îndrumați continuu de partid, ei au înălțat noi unități industriale, unde produsele agricole sau vegetale sunt prelucrate și

transformate în bunuri de larg consum.

Constructorii au schimbat fața țării. Până mai ieri „eminamente agricolă”, cum o denumeau economiștii burghezi aserviți capitalului străin – dar fără o industrie proprie de îngrășăminte chimice – țara noastră a devenit azi o importantă forță industrială. Pentru valorificarea materiei prime vegetale au apărut fabrici noi de zahăr, ulei, hârtie, carton, fibre, tananți, antibiotice, celuloză, topitorii de în etc.

*

* *

În această carte autorul urmărește să prezinte tinerilor cititori legătura dintre chimie și agricultură și plante în general, modul cum prima o ajută pe a doua să sporească recoltele, și cum cea de a doua oferă primei nenumărate materii prime. De aceea lucrarea a fost împărțită în trei părți. Prima – „Enigma cea mare” – arată, pe baza ultimelor cercetări, cum reușește planta să sintetizeze materiile organice și de ce are ea nevoie pentru a realiza complicatele reacții chimice din celule. A doua – „Din uzină pe ogoare” – se ocupă de principalele îngrășăminte și substanțe chimice necesare agriculturii. În sfârșit, partea a treia – „Comori ascunse” – prezintă modul de valorificare a bogățiilor cuprinse în plante.

ENIGMA CEA MARE

ÎNCERCĂRI

Desigur că întrebarea „ce este viața?” și-au pus-o mulți cititori. Știința modernă ne spune că viața este forma cea mai înaltă de dezvoltare a materiei pe Pământ, formă care – prin complexitatea ei – se distinge calitativ de formele inferioare ale mișcării materiei, adică de fenomenele fizice și chimice. După cum se știe, evoluția materiei organice – născută prin sinteză de elemente – a dus, în urma nenumăratelor transformări, de-a lungul de mii și mii de ani, la apariția primelor viețuitoare.

Pe vremea când pe Pământ au existat condiții pentru apariția vieții și chiar ulterior, atmosfera conținea metan, amoniac, oxid de carbon, vapori de apă și alte gaze; lipseau însă oxigenul și azotul liber. Ţinând seama de acestea, savanții sovietici A. I. Oparin. D. I. Sapojnikov, N. D. Jerusalinski consideră că primele viețuitoare apărute n-aveau nevoie de oxigen. Nefiind capabile să-și producă hrana, ele foloseau substanțe organice dizolvate în apa mărilor și oceanelor.

Precizând lucrurile, savantul sovietic N. D. Jerusalinski arată că la început viețuitoarele s-au hrănit cu aminoacizii din apă, sintetizați din carbon, hidrogen, oxigen, azot, sub influența radiațiilor ultraviolete emise de Soare și a descărcărilor electrice. Deoarece nu erau capabile să sintetizeze substanța organică, ci numai o consumau pe cea existentă în apă, este de presupus că la un moment dat s-a făcut simțită o lipsă de hrană. În situația asta unele viețuitoare au pierit, altele s-au adaptat, reușind să sintetizeze singure hrana din substanțe anorganice.

Întâi au apărut microorganismele chimiosintetizante, adică cele care foloseau energia chimică pentru alcătuirea hranei. Alte microorganisme s-au adaptat mai bine, în corpul lor apărând pigmenți capabili să înlesnească, prin captarea energiei luminii, sinteza hranei din elemente. La început au apărut pigmentii roșii, apoi pigmentul verde – clorofila. Prin apariția clorofilei a început uriașul proces al fotosintezei, proces ce a permis vieții să pășească înainte, triumfătoare. Activitatea organismelor fotosintetizante a continuat să modifice compoziția atmosferei; a determinat creșterea procentului de oxigen din aer și scăderea celui de bioxid de carbon. Clorofila „a scosu astfel viața din impasul în care intrase, microorganismele verzi fiind „cureaua de transmisie" ce a silit energia solară să lucreze în folosul vieții.

Evoluând continuu, primitivele plante verzi s-au transformat de-a lungul a milioane de ani, dând naștere speciilor și soiurilor pe care le cunoaștem azi. Desigur, de la un timp, în evoluția plantelor de cultură a intervenit și omul, obligându-le să se transforme după dorința lui.

Totodată omul a dorit să cunoască și intimul proces din frunza verde, unde planta produce cele mai variate substanțe chimice. „Cum reușesc plantele să-și fabrice singure hrana?” – era întrebarea ce și-o puneau învățații. Răspunsuri au început să apară, dar erau naive. Asta nu trebuie să ne mire, dacă ținem seama de faptul că științele experimentale – fizica, chimia, biologia etc. — încă nu apăruseră.

Prin secolul al XVIII-lea omul începe să ridice perdeaua ce ascundea „misterul” plantelor verzi. Astfel, învățatul elvețian Bonnet observă că pe suprafața unor frunze cufundate în apă apar niște bășicuțe de „aer”. Ceva mai mult: că bășicuțele se formau în cantitate mai mare când borcanul cu apă în care ținea frunzele era expus luminii solare.

Ceva mai târziu, cunoscutul chimist englez Joseph Priestley a constatat că un șoarece se sufocă după un timp, dacă e introdus sub un clopot de sticlă. Priestley trase concluzia că aerul de sub clopot s-a „stricat”. Repetând experiența cu o luminare aprinsă, constată că la o vreme ea se stinge. Bănuind că plantele pot forma „aer curat”, învățatul introduse sub clopot, o dată cu o luminare aprinsă, și un

mănunchi de mentă. De astă dată luminarea nu se mai stinse. Deci, menta „purifică” aerul! Experiența lui Priestley, făcută acum aproape două sute de ani, i-a permis învățatului să descopere o importantă proprietate a plantelor, pe care azi o rezumăm, simplu, în câteva cuvinte: plantele verzi absorb din aer bioxid de carbon și pun în libertate oxigen.

La opt ani după descoperirea lui Priestley, în 1779, medicul olandez J. Ingen-Housz a pătruns mai adânc în procesul de „purificare” a aerului, arătând că „purificarea aerului stricat” are loc numai la lumină și numai dacă plantele sunt verzi.

N-au trecut decât trei ani și genovezul Jean Senebier reia experiențele compatriotului său Bonnet și începe să studieze natura misterioaselor bășicuțe de gaz care acopereau, la lumină, frunza verde scufundată în apă.

Curând Senebier descoperă un adevăr incontestabil: „Dacă în apa în care plutesc frunzele nu există «aer stricat» – bioxid de carbon – atunci ele încetează să mai elimine oxigenul în care luminarea arde și animalele respiră cu atâta ușurință”. Pentru el era acum clar că fenomenul acesta ascundea un altul, poate mai important decât primul. În cele din urmă Senebier ajunge la concluzia că bioxidul de carbon rămâne în plantă și că lui i se datorește creșterea și dezvoltarea ei.

După lucrările lui Senebier și ale unui alt învățat, pe nume Sausurre, care dovedise că planta folosește pentru formarea hranei atât bioxid de carbon cât și apă, nenumărați alți cercetători au demonstrat că sinteza substanțelor organice în plantă are loc în frunza verde „și numai în prezența luminii Soarelui.

Iată cum, datorită aportului a numeroși cercetători, se strânseseră o mulțime de date privind minunatul proces din frunzele plantelor. Trebuia ca un învățat să facă pasul următor, trebuia ca cineva să interpreteze, să sintetizeze în mod creator cunoștințele acumulate, pentru ca misterul fotosintezei să fie lămurit, iar cercetările să fie împinse înainte. Acest învățat a fost savantul rus Kliment Arkadievici Timiriazev.

SE FACE LUMINĂ

Fotosinteza este unul din cele mai importante fenomene din natură, fiind singura reacție ce dă naștere substanțelor organice din materii anorganice. E deci izvorul întregii materii organice de pe Pământ. În prezența luminii și cu participarea pigmentului verde — Clorofila –

folosind bioxid de carbon, apă și săruri minerale, plantele verzi produc cele mai variate substanțe.

Astăzi lucrurile acestea sunt cunoscute de orice școlar. La sfârșitul secolului al XIX-lea ele erau încă taine, chiar pentru mulți învățați renumiți. K. A. Timiriazev a dezvoltat creator cunoștințele înaintașilor săi, făcând totodată importante descoperiri proprii. Acum mai bine de 50 de ani, el a prezentat o comunicare deosebit de importantă la Academia regală din Londra. Savantul și-a început expunerea citind un fragment din romanul scriitorului englez Jonathan Swift „Călătoriile lui Guliver", care sună astfel:

„Când Guliver vizită pentru prima dată Academia din Lagado, a rămas deosebit de surprins zărind un omuleț uscățiv, care contempla în extaz un castravete închis ermetic într-un recipient de sticlă. Întrebat de Guliver ce urmărește prin această observație meticuloasă, savantul slăbănog răspunse:

Savantul din Lagado studia viața castravetelui.

— Sunt opt ani de când studiez viața castravetelui, sperând să descifrez enigma captării energiei solare de către plantă."

După un moment de tăcere, închizând cartea, Timiriazev a continuat:

„Un astfel de exemplar aveți și dumneavoastră înaintea ochilor. Mi-am petrecut 35 de ani cercetând nu un castravete, ci o frunză verde – ceea ce este în fond același lucru. M-am străduit să găsesc soluția fotosintezei, cel mai mare secret al lumii vegetale."

Și într-adevăr, savantul rus a contribuit din plin la lămurirea acestui secret al naturii. K. A. Timiriazev a analizat și clarificat latura energetică a procesului fotosintezei. El a stabilit – printre altele – cu precizie, ce radiații luminoase și în ce măsură sunt absorbite de plantele verzi. În legătură cu asta, Timiriazev a scris: „Cândva, undeva pe Pământ a căzut o rază de Soare, dar ea n-a căzut pe un sol steril, ci pe un fir verde de grâu, sau mai bine zis pe un grăunte de clorofilă. Lovindu-se de el, raza solară s-a stins, a încetat să mai fie lumină, însă nu a dispărut… Sub o formă sau alta ea a pătruns în compoziția pâinii, care a devenit hrana noastră. S-a transformat în mușchii noștri, în nervii noștri… Această rază de soare ne încălzește, ne permite să ne mișcăm. Poate că în acest moment joacă în creierul nostru."

În ceea ce privește mecanismul fotosintezei, concepțiile majorității cercetătorilor din secolul al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea se rezumau la ideea că în procesul de fotosinteză lumina servește doar la descompunerea și reducerea bioxidului de carbon, și că oxigenul eliberat în timpul procesului provine din acest gaz. K. A. Timiriazev a arătat însă că nu se descompune bioxidul de carbon liber, ci o combinație a acestuia cu clorofila. De asemenea, el a mai demonstrat

că o dată cu asimilarea bioxidului de carbon are loc și o asimilare de energie luminoasă.

După Timiriazev nenumărați cercetători au studiat complicatul proces al fotosintezei. În ultimul timp s-au făcut multe experiențe pentru stabilirea primilor produși ai fotosintezei. În urmă cu ani se credea că primul produs ce apare în plantă ar fi aldehida formică (CH_2O), prin polimerizarea căreia se formează apoi toate celelalte substanțe, adică: glucidele, lipidele, protidele.

Lămurirea acestei „taine" constituie una din problemele esențiale ale biologiei contemporane. Observând cu ajutorul bioxidului de cabon radioactiv apariția în procesul fotosintezei a carbonului radioactiv (C^{14}) în diferite substanțe ale frunzei, savanții sovietici au stabilit că o dată cu glucidele, considerate în trecut primele produse ale fotosintezei, carbonul radioactiv apare și în protide. Aceasta a dus la o idee nouă: existența mai multor căi de asimilare a bioxidului de carbon.

Cercetări recente, efectuate cu ajutorul carbonului radioactiv, au arătat că procesul fotosintezei se poate separa în două faze: cea de captare a energiei electromagnetice și cea de utilizare a ei. În prima fază are loc „prinderea" cuantelor de lumină sub formă de energie chimică, iar în a doua folosirea energiei pentru sintetizarea substanțelor organice.

Cercetătorul german M. Calvin și colaboratorii săi, folosind bioxid de carbon marcat și algele verzi Chlorella și Scenedesmus, au reușit chiar să elaboreze o schemă probabilă a fotosintezei. Mecanismul intim de captare a energiei – care nu-i încă pe deplin lămurit – are loc numai la lumină. Se presupune că sub influența unei cuante de lumină o moleculă de apă se descompune în hidrogen și oxigen. Are loc deci o descompunere fotochimică a apei. M. Calvin crede că hidrogenul acesta – aflat sub un potențial chimic ridicat – este reținut de acidul lipoic. În urma acestei reacții lumina este captată sub formă de energie chimică.

În faza a doua a procesului de sinteză – care poate avea loc și la întuneric – energia este folosită la diferite reacții de oxido-reducere. Acum iau naștere felurite substanțe organice.

M. Calvin presupune că bioxidul de carbon absorbit de frunze este fixat pe substanțe cu doi atomi de carbon, probabil produși de descompunere ai glucidelor. Prin fixarea bioxidului de carbon se formează acizi cu trei atomi de carbon, primul fiind acidul 3-fosfogliceric. Acesta este apoi redus la acizi adenozin-difosforic (ADF) și adenozin-trifosforic (ATF), luând naștere pe de o parte substanțe ce duc la zaharoză și amidon, iar pe de altă parte acizi organici și amino-acizi, din care se formează lipidele și protidele. În același timp, o dată cu

reducerea acidului 3-fosfogliceric, se produc și alte substanțe organice. În urma unor noi reacții chimice acestea regenerează substanța capabilă să fixeze bioxidul de carbon, și ciclul se repetă. Toate transformările au loc extrem de rapid și numai în prezența unui complex de activatori fotochimici și a unor enzime specifice din frunza verde.

Ajunși aici, ne putem întreba: oare omul nu poate crea materii prime organice fără a recurge la plante? Nu putem imita plantele? Nu putem fabrica alimente, combustibil, fibre textile, direct din aer, apă și substanțe minerale? Ideea nu-i nouă, și savanții o au mereu în fată. Fotosinteza artificială ar putea fi mult mai eficace decât cea naturală. Ea ar permite să se obțină materii prime de sute de ori mai rapid decât se acumulează în natură. Experiențe promițătoare în acest domeniu s-au făcut și se fac din ce în ce mai intens. Savantul sovietic A. N. Terenin, iluminând continuu pulbere de coloranți, a reușit să provoace transformări ale energiei luminoase. Aceasta nu reprezintă altceva decât prima verigă în lungul lanț ce duce la realizarea artificială a fotosintezei. Academicianul sovietic A. Kursanov și prof. A. Nikiforovici au reconstituit și alte verigi ale lanțului fotosintezei. Astfel, sfărâmând o algă verde și lucrând cu ea, ei au putut descompune apa în oxigen și hidrogen, sub influenta luminii.

Unii cercetători afirmă că plastidele verzi – cloroplastele – pot produce substanțe organice în afara plantei, dacă li se furnizează continuu enzimele necesare. Astfel, s-a arătat că frunzele de spanac sfărâmate pot cataliza la întuneric transformarea bioxidului de carbon în glucide, dacă sunt prezenți acidul ATP și alte substanțe. Se poate presupune de asemenea, că în viitor cloroplastele vor putea fi înlocuite cu coloranți sintetici. Când aceștia vor fi găsiți, fotosinteza artificială va deveni o realitate. Atunci, folosind aerul sau chiar fumul, care-i mult mai bogat în bioxid de carbon, uzine speciale vor fabrica zaharuri, grăsimi, substanțe proteice și multe alte materii organice. Tot fotosinteza artificială va rezolva, probabil, și problema hranei viitorilor cosmonauți, plecați în lungi călătorii, pe alte planete. Până atunci, însă, savanții lumii lucrează intens la lămurirea completă a „tainei” fotosintezei.

Fără îndoială că în viitor se vor adeveri previziunile lui K. A. Timiriazev: „Când fotosinteza va fi explicată în toate amănuntele, se va găsi, desigur, și un inventator ingenios, care să prezinte lumii o mașină inspirată de grăuntele clorofilei. Printr-o parte a mașinii vor intra aerul și lumina Soarelui, iar prin cealaltă vor ieși pâinea sau zahărul!”

PRODUSELE UZINEI

Planta – cea mai perfectă uzină chimică din natură – face sinteze uluitoare. Din câteva elemente reușește să producă cele mai variate substanțe – de la celuloză, zahăr, amidon, grăsimi, până la esențe parfumate, coloranți și antibiotice. Numărul lor este enorm. O bună parte din ele n-au putut fi încă sintetizate de om în laborator, deși acesta se străduiește. Dar dacă n-a reușit să le producă el însuși, asta nu l-a împiedicat să le folosească drept hrană, material de construcție, medicamente etc.

Urmărind valorificarea lor, chimia modernă a pus ordine în noianul de substanțe organice produse de plante, încadrându-le în felurite clase și studiindu-le temeinic. Aici nu vom face așa ceva, căci nu-i ăsta scopul cărții. Dar, pentru a ne da seama de importanta substanței vegetale ca sursă de materii prime pentru diferite industrii, trebuie să trecem sumar în revistă câteva corpuri organice furnizate de plante.

Spuneam că planta sintetizează un număr enorm de substanțe organice. Existența unui număr atât de mare se datorește proprietăților deosebite ale atomului de carbon. Acesta-i un adevărat scamator, căci poate lua chipul celor mai felurite produse. El are însușirea să se combine atât cu el însuși, cât și cu hidrogenul, oxigenul, azotul, fosforul, sulful și alte elemente.

O grupă importantă de substanțe chimice o formează glucidele sau hidrații de carbon, denumire improprie folosită de pe vremea când nu se cunoștea structura lor. Glucidele se împart în: monozaharide, oligozaharide și polizaharide. Ultimele două derivă din combinarea unui număr mai mic sau mai mare de monozaharide. Reprezentanți tipici ai acestor clase sunt binecunoscutele substanțe: glucoza, zaharoza și amidonul. Desigur, în natură se mai întâlnesc și multe altele.

Glucoza este un monozaharid cu formula chimică $C_5H_{12}O_6$. În stare liberă o întâlnim în multe plante, fie ca produs de formare, fie ca produs de hidroliză a zaharozei sau a amidonului. De asemenea o întâlnim combinată cu ea însăși sau cu alte monozaharide, dând naștere la diverse oligozaharide ori polizaharide.

Însemnătatea glucozei este nemăsurată, deoarece viețuitoarele, atât plantele cât și animalele, o folosesc drept hrană. Într-adevăr, aparatul nostru digestiv, ca și al multor animale, transformă în glucoza substanțe nutritive extrase din alimentele consumate și, sub o anumită formă, o depozitează în ficat, de unde o trimite, atunci când e necesar, în tot corpul. Chiar și zahărul obișnuit – alimentul minunat, ușor și în întregime asimilat de organismul nostru – este transformat în glucoză,

mai înainte de a pătrunde în sânge. În afara importanței sale biologice, glucoza are și o largă întrebuințare industrială. De aceea principalii consumatori de glucoza sunt fabricile de spirt, produse zaharoase etc.

Plantele mai conțin și alte monozaharide, folosite mai mult sau mai puțin în industria chimică sau alimentară.

Zaharoza sau zahărul este reprezentantul oligozaharidelor. Ea se găsește, așa cum probabil bine știți, în sfecla și trestia de zahăr, și în semințele, fructele și rădăcinile altor plante. Zaharoza se formează în plante prin unirea unei molecule de glucoza cu o moleculă de fructoză și eliminarea unei molecule de apă. Extragerea zahărului din sfeclă sau trestie face obiectul unei puternice ramuri a industriei alimentare.

Amidonul este un polizaharid. El este primul produs al asimilației clorofiliene, observabil în frunzele verzi. Plantele își formează în fructe, semințe, tuberculi sau rizomi rezerve de amidon. Din el, sau mai exact din glucoza născută prin hidroliză sa, sub influența fermenților, planta sintetizează apoi numeroasele substanțe organice.

Deși are aceeași formulă chimică ca și celuloza $(C_6H_{10}O_5)n$, amidonul se deosebește mult de acesta prin aspect și proprietăți chimice. De altfel chimiștii au descoperit că amidonul nu este un compus omogen din punct de vedere chimic, ci este format din două substanțe: amilopectina și amilaza.

Un alt polizaharid important este celuloza. Ea se prezintă ca o masă albă, fibroasă, insolubilă în apă, acid sulfuric, acid azotic, puțin solubilă în hidroxid de sodiu și ceva mai mult în soluție cuproxam, adică într-o soluție amoniacală de hidroxid de cupru.

Structura celulozei a dat mult de furcă chimiștilor. Astăzi se admite că are molecula formată prin poli-condensarea (unirea) resturilor de glucoza ($C_6H_{10}O_5$). De aceea formula ei brută este aceeași cu a amidonului: $(C_6H_{10}O_5)$ n. Indicele „n” reprezintă gradul de polimerizare, care în cazul celulozei este mai mare decât al amidonului.

Moleculele celulozei au o formă fibroasă, alungită, denumită filiformă. Ele sunt foarte mari în comparație cu moleculele obișnuite, motiv pentru care au fost numite macromolecule – molecule mari. Mărimea macromoleculelor din diferite celuloze vegetale poate atinge dimensiuni apreciabile. Astfel, uneori lungimea macromoleculei poate fi de 5 microni, așa că ar putea fi văzută la microscop, dacă… n-ar fi prea subțire.

Polizaharidele – un fel de „glucoza concentrată” – se pot transforma printr-un proces adecvat, numit hidroliză, la care ia parte și apa, din nou în glucoza. Schematic, acesta se reprezintă astfel:

$(C_6H_{10}O_5)\ n + n\ H_2O = nC_6H_{12}O_6$

Observați că pentru a transforma amidonul sau celuloza în glucoza nu este nevoie decât să se „introducă” în molecula lor un număr anumit de molecule de apă. În industrie lucrul acesta se realizează prin fierbere cu un acid mineral.

Alături de aceste glucide importante, în membrana celulei vegetale se găsesc și altele numite hemiceluloze sau polizaharide de însoțire. Ele au moleculele mai simple decât celuloza și nu mai sunt formate din resturi de glucoza, ci din alte monozaharide: pentozani, hexozani, fructozani. Dintre aceștia cel mai important este xilanul, căci prin încălzire cu apă și acizi se descompune în furfurol – substanță deosebit de importantă pentru industria chimică.

Uzina din plantă livrează omului și alte produse în afară de glucide. Astfel sunt grăsimile sau lipidele. Ele sunt produse de importanță vitală și au un rol deosebit în alimentația omului. Valoarea lor energetică este determinată în primul rând de puterea calorifică mare – 9500—9800 calorii la un gram substanță – ceea ce reprezintă de două ori și jumătate valoarea calorifică a glucidelor și protidelor care, alături de grăsimi, reprezintă baza alimentației omului. Pe de altă parte grăsimile sunt și o materie primă prețioasă pentru diverse industrii chimice.

Sursele de grăsimi vegetale sunt semințele plantelor oleaginoase: floarea-soarelui, bumbacul, inul, soia, dovleacul, macul, rapița, susanul etc. Uleiurile acestea cuprind în compoziția lor acizii grași: palmitic, stearic, miristic, arahic, oleic, linoleic, erucic. De asemenea, grăsimile vegetale mai conțin: ceruri, sterine, alcooli superiori, fosfatide, vitamine, enzime etc.

Protidele reprezintă o altă grupă mare de substanțe produse de plante. Ele sunt componenții principali ai protoplasmei. Pentru fabricarea lor „uzina verde” folosește carbonul, oxigenul, hidrogenul, azotul și sulful; unele protide foarte importante conțin și fosfor. Protidele sunt de asemenea produse macro-moleculare, formate prin unirea unui număr foarte mare de aminoacizi. O protidă caracteristică cerealelor planificabile o constituie glutenul, „cleiul” ce permite aluatului să „crească”.

Iată numai câteva grupe mari de substanțe organice produse de plante prin fotosinteza. Dar ele nu sunt singure. Chimiștii au descoperit în plante hidrocarburi, acizi, alcooli, aldehide, substanțe tanante, alcaloizi etc. Materii prime deosebit de valoroase pentru diverse industrii chimice, și valorificate de om în diverse chipuri.

CE SPUN CALCULELE ȘI EXPERIENŢELE

Chimia, biochimia, fiziologia, botanica și alte științe smulg unul după altul cele „șapte văluri” ce acopăr secretele vieții plantelor. Ele ne ajută să aflăm cum lucrează minunatul laborator din frunza verde. Asta însă nu-i suficient ca să putem dirija plantele, ca să obținem de la ele producții tot mai mari. Științele amintite mai trebuie să arate agricultorilor și factorii de care depinde recolta, precum și modul cum pot fi ei influențați.

Adeseori cercetătorii au încercat să calculeze cantitatea de substanță organică ce poate fi obținută de pe o anumită suprafață de teren. De pildă, academicianul sovietic Vernadski a calculat recolta biologică (adică totalitatea organelor plantelor: rădăcină, tulpină, ramuri, frunze, flori) la hectar, a unor plante agricole. La grâu, de exemplu, cifra maximă a recoltei biologice uscate – în condițiile climatului nostru – nu depășește 15000 kg la hectar. În schimb la porumb numai substanța uscată a rădăcinilor ajunge la 250000 kg la hectar.

Porumbul pune la dispoziția omului multă substanță organică.

După cum se vede, productivitatea plantelor este variabilă. De ce depinde ea? De o serie de condiții, cum ar fi: intensitatea luminii solare, cantitatea de bioxid de carbon din aer, cantitatea de apă din sol etc.

Bioxidul de carbon, lumina, apa și substanțele minerale sunt elementele „cheie” în lupta pentru recolte bogate. Oamenii de știință știu azi să le dirijeze tot mai bine.

Cum își procură plantele bioxidul de carbon?

Plantele acvatice iau bioxidul de carbon din apă, unde acesta se află dizolvat. Pătrunderea gazului se face prin toată suprafața corpului lor, prin învelișul subțire și permeabil numit epidermă. Odată intrat în plantă el se răspândește printre celulele țesuturilor, ajungând în cele din urmă la celulele cu clorofilă, la laboratorul verde, unde are loc fotosinteza.

Plantele de uscat sunt adaptate pentru a primi și retine o cantitate cât mai mare de bioxid de carbon. Gazul pătrunde în plantă prin stomate – niște pori mici, abia vizibili cu ochiul liber. Deoarece numărul lor este extrem de mare – de la câțiva zeci până la câteva sute pe milimetrul pătrat – planta are posibilitatea să absoarbă din aer o cantitate apreciabilă de bioxid de carbon. De pildă, cercetătorii au calculat că un fag bătrân are cca. 200000 frunze și vreo 120 miliarde de stomate.

Odată pătruns în plantă, aerul cu bioxidul de carbon călătorește

până la celulele asimilatoare, unde se află cloroplastele. Privite la microscop, acestea apar ca niște bile mici, turtite. Pe suprafața lor se găsește răspândită clorofila, sub forma unor granule fine.

Pentru ca uzina chimică din plantă să primească o cantitate cât mai mare de materie primă din aer și cât mai multă lumină, suprafața totală a frunzelor și a cloroplastelor este mult mai mare decât suprafața ocupată de o cultură. Astfel, s-a calculat că suprafața frunzelor de grâu de primăvară de pe un hectar este de 17,5 hectare, a celor de ovăz de 21 hectare, iar a lucernei 85 hectare. Asta înseamnă că dacă am pune una lângă alta frunzele acestor plante însămânțate pe un hectar, am putea acoperi cu ele 17,5, 21, respectiv 85 hectare.

Mergând mai departe cu analiza, aflăm date și mai interesante. De pildă, un hectar de lucerna ce ar putea acoperi cu frunzele 85 hectare, are cloroplaste cu o suprafață totală de vreo 17 000 hectare! Suprafața granulelor de clorofilă din cloroplaste este însă și mai mare: de ordinul a sute de mii de hectare! Iată cum plantele își asigură condițiile necesare pentru a putea fi aprovizionate cu bioxid de carbon și lumină.

Desigur, unii cititori se pot întreba: de ce sunt necesare suprafețe de absorbție și reacție așa mari? Răspunsul îl găsim amintindu-ne ce cantitate de bioxid de carbon există în aer.

Bioxidul de carbon reprezintă numai 0,03% din volumul total al atmosferei Pământului. Asta înseamnă că într-un metru cub de aer se găsesc circa 0,3 litri, cântărind abia 0,6 grame. Cantitatea este foarte mică. De aceea planta trebuie să „prelucreze” volume uriașe de aer. De exemplu, un hectar cultivat necesită zilnic cam 250 kg bioxid de carbon, care poate îi extras din 3—4 milioane metri cubi de aer!

Făcând o socoteală simplă, aflăm că atmosfera conține aproximativ 2 200 miliarde tone de bioxid de carbon. Din această cantitate plantele consumă anual aproape un sfert. Bineînțeles, bioxidul de carbon din aer se reface continuu, în urma proceselor ce au loc pe Pământ. În unele cazuri însă, mai ales în zilele foarte călduroase, plantele terestre pot simți o lipsă de bioxid de carbon care, prin dilatare, se ridică la înălțimi. În aceste situații omul are grijă ca în sol să existe gunoi de grajd, pe care-l descompun microorganismele, punând astfel la dispoziția plantelor gazul necesar.

Îmbogățind aerul cu bioxid de carbon, cercetătorul sovietic Anatol Nikiforovici a determinat o intensificare a fotosintezei, deci o mărire considerabilă a recoltei.

Dar energia solară? Soarele se găsește la o distanță medie de 149 milioane km. Datorită distanței, la granița atmosferei terestre nu ajunge nici jumătate din a milioana parte din energia împrăștiată de el cu dărnicie, iar la suprafața Pământului doar a șasea miliarda parte –

respectiv 150 milioane kW pe secundă. Cantitatea aceasta „redusă” este însă uriașă. Dacă am dori s-o comparăm cu ceva cunoscut nouă, am putea spune că energia sosită de la Soare ar putea fi produsă pe Pământ de 54 miliarde mașini cu abur, fiecare de câte 400 CP ce ar lucra încontinuu zi și noapte.

În fiecare secundă Soarele emite 9 x 10^{22} calorii, cantitate de energie egală cu aceea produsă prin arderea a 11000000 tone cărbune, iar pe an 3 x 10^{30} calorii (acest număr este format din cifra 3 urmată de 30 de zerouri!). Plantele nu captează însă într-un an decât 0,5—1% din această uriașă energie. Totuși și ea este enormă.

Pentru fotosinteza, de care depinde recolta, o importanță deosebită are intensitatea luminii; în alte cuvinte cantitatea de energie căzută pe frunza verde. Experiențele au arătat că productivitatea plantelor verzi este în strânsă legătură cu intensitatea luminii: crește intensitatea luminii, crește și fotosinteza; plantele acumulează o cantitate mai mare de substanțe organice, deci recolta sporește. Când intensitatea luminii scade, lucrurile se petrec invers.

Unii cititori ar fi tentați să creadă că dacă ar fi veșnic ziuă, deci intensitatea luminii ar fi aceeași timp de 24 de ore, plantele verzi ar da o recoltă mult mai mare. La prima vedere așa ar fi, în realitate însă lucrurile se petrec altfel. În anumite condiții glucidele acumulate în cloroplastele frunzei pot determina oprirea fotosintezei, deși planta are suficientă lumină. De ce? Pentru că frunza are cloroplastele încărcate cu glucide și nu mai poate prelucra „materia brută” sosită, nu mai poate sintetiza noi glucide. În aceste condiții procesul fotosintezei se tulbură. El redevine la normal când cloroplastele se eliberează de substanțele sintetizate. Descărcarea cloroplastelor de glucide are loc și în timpul zilei, dar procesul nu poate fi observat pentru că se încarcă imediat cu noi substanțe. Când vine noaptea fotosinteza încetează, iar cloroplastele se pot elibera complet de glucidele sintetizate în cursul zilei. Noaptea este deci necesară plantelor. Lucrurile se petrec ca în cazul unui om obosit ce nu mai poate continua lucrul, dar pe care-l reia cu puteri sporite după un somn zdravăn.

Cercetătorii sovietici au demonstrat că plantele pot fi determinate să „consume” mult mai multă energie solară și bioxid de carbon, sporindu-se astfel considerabil recolta. Dar și prea mult bioxid de carbon este dăunător. Experiențele au arătat că dacă bioxidul de carbon depășește cu 5—10% cantitatea normală din aer, intensitatea fotosintezei scade; bioxidul de carbon devine toxic pentru plantă.

Constatarea aceasta s-a reflectat în practică, prin îmbogățirea aerului și chiar a apei de irigare cu bioxid de carbon. Dând plantelor mai

multă lumină și bioxid de carbon, s-a reușit să se sporească recolta de castraveți și tomate din sere cu 50—100%, iar în câmp, unde plantele au suficientă lumină, cu 150—300%.

Mult timp mințile oamenilor de știință au fost frământate de întrebarea: pot plantele să absoarbă și prin rădăcini bioxidul de carbon? Răspunsul a întârziat o vreme. El a fost dat de savantul sovietic A. L. Kursanov. Acesta, folosind metoda radioizotopilor, a demonstrat că planta poate absorbi din sol o cantitate apreciabilă de bioxid de carbon, acoperindu-și prin această cale până la 25% din necesități.

Apa este cel de-al treilea element indispensabil plantelor. Rolul ei este multiplu: furnizează materie primă laboratorului verde, prin hidrogenul ce-l pune la dispoziție, transportă seva brută și elaborată, reglează temperatura etc Plantele folosesc apa din precipitații, iar când aceasta-i insuficientă, intervine omul construind sisteme speciale de irigație, stârnind „din senin” ploaie artificială etc Apa schimbă fața lucrurilor. De unde ea dispare, apar pustiurile, dunele de nisip, iar viața piere treptat. Omul poate învinge însă și pustiul, aducând apa pe canale, așa cum fac oamenii sovietici, care readuc la viață multe ținuturi ce au „pierdut” apa.

Rădăcina – pompa aspiratoare a plantei – suge din pământ cantități uriașe de apă. Un hectar de sfeclă, de pildă, „bea” zilnic nu mai puțin de 20000 litri de apă. Cercetătorii au arătat că într-o zi cu arșiță, numai în decurs de o oră, trece prin plantă mai multă apă decât conține ea însăși. O singură plantă de porumb sau floarea-soarelui elimină prin transpirație în cursul vieții vreo două sute litri de apă. Asta înseamnă că un hectar cu o astfel de cultură necesită anual circa 8 milioane litri! Douăzeci trenuri cisternă a câte 40 de vagoane!

Uriașa cantitate de apă necesară plantelor într-o perioadă de vegetație este absorbită, după cum știm, de rădăcină. Dacă am smulge din pământ o plantă oarecare și i-am privi rădăcina, cu greu am putea crede că este capabilă de așa performanțe. Cercetătorii au studiat însă îndelung sistemul radicular al plantelor și au dovedit că el poate absorbi multă apă datorită suprafeței extraordinar de mari pe care o are. În urmă cu vreo 25 de ani biologul Ditmer a avut răbdarea să numere și să calculeze suprafața și lungimea tuturor rădăcinilor unei plante de secară. Rezultatele comunicate au uimit lumea. El a găsit aproape 14 milioane rădăcini, care puse cap la cap însumează vreo 600 km., adică distanța București-Oradea! Suprafața rădăcinilor acoperea 224 metri pătrați! Dar rădăcinile mai au și perișori absorbanți. Ditmer a găsit numai… 15 milioane! Lungimea lor era și ea de… 10 000 kilometri. Cât un sfert din lungimea Ecuatorului! Și asta numai la o singură plantă de secară! Iată dar, că uzina chimică din planta verde are o „instalație”

deosebit de ingenioasă, care-i furnizează materia primă necesară.

Sunt oare suficiente plantelor numai bioxidul de carbon, apa și lumina? Nu. Experiențele și practica au arătat că fără o serie de substanțe minerale plantele nu pot crește, se îmbolnăvesc și pier. Ani de-a rândul a dăinuit ideea că în afara celor patru elemente „organogene” – C, H, O, N. – planta n-are nevoie decât de fosfor, calciu, fier, potasiu, magneziu și sulf. Afirmația se baza pe o serie de experiențe făcute cu soluții nutritive care înlocuiau solul, și în compoziția cărora intrau „numai” cele șase elemente amintite. Tehnica experiențelor era simplă: într-un vas cu apă distilată se introduceau anumite elemente, apoi se însămânța o plantă. Semințele încolțeau și planta începea să crească și să se dezvolte, ajungând la fructificare. Concluzia? Cele șase elemente minerale sunt suficiente plantei.

Cercetătorii au mai observat însă ceva. Dacă se arde o plantă crescută în pământ, rămâne un rezid nevolatil – cenușa. Analizând-o s-a stabilit că aproape nu există element de pe suprafața Pământului, care să nu fie cuprins de cenușă. S-au găsit chiar și elemente rare: argint, aur, platină, inclusiv radiu. Cum au apărut ele în plante? Care-i rostul lor? se întrebau oamenii de știință. Unii au răspuns că ele nu participă la nutriția minerală a plantelor, ci că ajung întâmplător în plantă numai fiindcă sunt dezvoltate în apa suptă de rădăcini. De aceea nu li se dădea importanță.

Cu timpul, prin înmulțirea experiențelor și observațiilor, s-a văzut că elementele considerate ca „inutile” au un rol deosebit de important în viața plantei. Spre sfârșitul secolului trecut, când chimia își îmbunătățea vertiginos metodele de lucru, au ieșit la iveală niște fapte care au răsturnat vechile concepții. Astfel, s-a constatat că substanțele „pure” folosite pentru prepararea soluțiilor nutritive nu erau chiar atât de... pure. Ele mai conțineau cantități mici de impurități, formate din diverse elemente, suficiente însă pentru plantă. Când s-a ajuns la fabricarea unor reactivi chimici absolut puri, liberi de orice substanță străină, s-a văzut că soluțiile nutritive preparate numai cu cele șase elemente, considerate ca exclusiv necesare, nu pot asigura plantelor condițiile de creștere și dezvoltare. Semințele încolțeau, dar după un timp plantele piereau. Adăugind soluției pure cantități foarte mici de alte elemente – mangan, zinc, cupru, bor, aluminiu, iod, fior, brom, molibden etc. — plantele erau salvate de la moarte și se dezvoltau normal.

Iată dar, cum au demonstrat experiențele că în afara elementelor „clasice” plantele au absolută nevoie și de altele, destul de numeroase; e drept, în cantități incomparabil mai mici decât primele.

Datele obținute de chimiști sunt de mare ajutor agricultorilor, în

lupta pentru obținerea de recolte bogate. Azi fiecare om al muncii de pe ogoare trebuie să fie un priceput gospodar, fiindcă în grija lui sunt miliarde de ființe vii – plantele. Acestea cer îngrijiri atente, hrană și apă la timp.

Pentru creșterea și dezvoltarea lor normală trebuie să existe în sol suficiente substanțe minerale nutritive, într-o formă ușor asimilabilă. Principalele elemente minerale, necesare plantelor în cantități mai mari, sunt: azotul, fosforul și potasiul. Fără azot planta nu capătă veșmânt verde de frunze. Dacă are azot, dar îi lipsește fosforul, nu fructifică, iar fără potasiu nu înmagazinează amidon și substanțe dulci.

Când lipsesc din sol aceste elemente sau sunt în cantități insuficiente, agricultorul cere ajutor chimiei. Ea îi pune la dispoziție diferite îngrășăminte minerale. Acestea măresc recolta, îmbunătățesc calitățile nutritive și gustul produselor, și fac plantele mai rezistente la secetă și dăunători.

După cum spuneam mai înainte, plantele mai au nevoie și de alte elemente, însă în cantități mult mai mici. Ele au fost numite microelemente. Rolul lor este deosebit de important în viața plantei verzi. Manganul, de exemplu, contribuie la combinarea bioxidului de carbon cu substanțe organice, intensificând în felul acesta creșterea. Borul ajută la acumularea clorofilei în frunze. Magneziul ia parte la fotosinteza, ajutând totodată procesul de acumulare a vitaminelor A și C în plante. Cuprul este și el necesar, în special pe terenurile turboase, când poate mări recolta de două-trei ori. El intensifică procesul de respirație a plantei, iar pe de altă parte ajută la formarea clorofilei.

Chimiștii au arătat că elementele minerale nu pot fi introduse în sol la întâmplare, ci cu atenție, ținându-se seama de faptul că trebuie să existe un raport între procentul de azot, fosfor, potasiu etc. Altfel îngrășămintele pot deveni dăunătoare, iar în loc de recoltă sporită să avem pierderi.

„Enigma cea mare” – procesul de fotosinteza din frunza verde – e pe cale să fie rezolvată. Desigur că nu este departe timpul când cu ajutorul chimiei, omul va reuși să reproducă în uzină, pe scară largă, pornind de la bioxid de carbon, apă și săruri minerale, în prezența luminii, minunatele sinteze efectuate de minusculul laborator al plantelor. Atunci vor deveni realitate previziunile lui K. A. Timiriazev și ale tuturor scriitorilor de literatură fantastico-științifică.

Realizarea în uzină a fotosintezei artificiale va reprezenta, fără îndoială, unul din cele mai mari succese ale omului în lupta pentru supunerea naturii.

DIN UZINA PE OGOARE

PĂMÂNTUL TREBUIE ÎNGRĂȘAT

Călătorie în timp

De când a apărut omul pe Pământ hrana a fost cel mai însemnat lucru pentru el. Pâinea, carnea, peștele, fructele și verdețurile i-au asigurat existența veacuri de-a rândul, și-i asigură și azi.

În urmă cu mii de ani, pe treapta de dezvoltare a așa-numitului „om de Neanderthal”, omul nu știa încă să lucreze glia și să crească animale. Hrana lui o constituiau vegetalele adunate – rădăcini, fructe, semințe etc. — și carnea animalelor vânate în colectiv.

Mai spre vremea noastră – acum vreo 10000— 12000 de ani – încep să se cultive plantele. Desenele de pe stânci, meșteșugite cu grijă de artiștii neoliticului, ne arată că oamenii cultivau încă de pe atunci cerealele. După unii cercetători cea mai veche cereală cultivată a fost griul moale... Săpăturile făcute în Asia Centrală, la Anan – așezat într-o oază din apropierea Așhabadului – au dovedit că acum vreo 6500 de ani griul și orzul erau cunoscute. În locuințele lacustre ale Elveției de azi, datând tot din neolitic, s-au găsit dovezi care demonstrează că se cultivau trei soiuri de grâu, două de orz și un soi de sorg. În epoca de bronz sunt luate în cultură și păstăioasele: bobul, mazărea și lintea. De asemenea, pe suprafețe destul de întinse se însămânțau inul și macul, ultimul folosit ca narcotic.

Luarea în cultură a terenurilor agricole se făcea prin îndepărtarea pomilor, mărăcinișurilor și ierbii, după care începea „aratul”, adică scormonirea stratului arabil cu un băț ascuțit, pentru a face pat semințelor.

Datorită observațiilor făcute an de an, mulți dintre agricultorii primitivi și-au dat seama de foloasele îngrășării pământului. În primul rând au fost folosite drept îngrășăminte dejecțiile animalelor și cenușa.

Incașii din Peru îngrășau ogoarele cu guano, iar mayașii din Mexic – cultivatorii renumiți ai porumbului – cu pește. Acum mai bine de 2000 de ani celții foloseau marna și varul pentru mărirea recoltei. Romanii întrebuințau, pe lângă acestea, cenușa și gipsul.

Cu toate că practica demonstra fără putință de tăgadă că

îngrășămintele sporesc recoltele, totuși popoarele antice n-aveau o teorie menită să expl! ce cum acționează ele, astfel ca să poată fi folosite rațional. Aceasta se datora în primul rând necunoașterii modului de nutriție a plantelor. E drept, se emisese o ipoteză despre „grăsimea” pământului care, chipurile, ar da fertilitate solului, „grăsime” ce sporește o dată cu introducerea îngrășămintelor în sol. Ea însă nu explica prea multe lucruri neclare.

Și anii trec, se scurg cu zecile și sutele. Iată-ne în evul mediu. Fată de antichitate, noua perioadă n-aduce prea multe noutăți în domeniul folosirii îngrășămintelor agricole. În afara unor compilații după lucrările anticilor, apar ici-colo păreri proprii, exprimate de autori îmbâcsiți de misticism, în care adeseori sunt amestecate fazele Lunii, conjuncția plantelor etc. Se exprimă și unele păreri filozofice, ca de pildă „principiul echilibrării contrariilor”. După acesta, un sol uscat și cald se îngrașă cu gunoi umed și rece. Un alt principiu enunțat era și al „combinării elementelor asemănătoare”, adică solul uscat și cald se îngrașă cu gunoi uscat și cald.

Naivele concepții ale oamenilor din epoca aceea nu trebuie să ne mire, dacă ținem seama că nu se născuseră încă științele experimentale: chimia, fiziologia etc, iar biserica era atotstăpânitoare, afirmațiile ei fiind considerate dogme de nediscutat.

Cu toate acestea apar și unele idei demne de luat în seamă. Astfel Bernard Palissy – supranumit „olarul savant” – publică o lucrare în care arată că „Sarea este baza vieții și creșterii tuturor culturilor...” De asemenea, că plantele „... extrag din pământ sarea necesară vieții și în acest fel pământul sărăcește în săruri și nu mai produce recolte, din care cauză trebuie îngrășat sau lăsat să se odihnească...” Deși explicația lui Palissy este confuză, reiese totuși din ea că solul reprezintă sursa de substanțe minerale necesare plantelor.

Peste vreo sută de ani, alchimistul I. R. Glauber face experiențe și observații personale, ajungând la concluzia că „silitra” este unicul material ce stă la baza întregii lumi vegetale, animale și minerale.

Mai trec încă mai bine de o sută de ani; e perioada când se pun bazele chimiei moderne. Într-unul din manuscrisele sale renumitul chimist francez A. L. Lavoisier afirmă niște adevăruri incontestabile: „Plantele scot substanțele necesare din aerul înconjurător, din apă și în general din domeniul mineral!” Și mai departe „... În sfârșit fermentarea, putrefacția și arderea redau întotdeauna atmosferei și mediului mineral elemente luate de animale și plante.”

Iată cum, de-a lungul timpului, învățații au emis felurite ipoteze și principii în legătură cu nutriția minerală a plantelor. Deși unele cuprindeau adeseori constatări valabile pentru creșterea plantelor, ele

însă n-au influențat dezvoltarea agriculturii. Aceasta, de bună seamă, datorită insuficientei dezvoltări a forțelor de producție, a îngrădirilor și limitării vieții economice, politice și științifice.

Secolul al XIX-lea aduce un suflu înnoitor în științele agricole. Astfel, Albreht Thäer înființează în 1806 prima școală superioară de agricultură. De numele acestui învățat este legată teoria nutriției plantelor cu humus. Deoarece A. Thäer n-a fost un experimentator, el și-a fundamentat teoria pe cercetările altora, ajungând la concluzia că fără gunoi de grajd rădăcinile plantelor nu se pot aproviziona cu carbon. A. Thäer neglija importanța substanțelor minerale, considerându-le ca elemente ce intervin doar în descompunerea humusului, pentru a-l trece în forme accesibile plantelor. Cercetătorul spunea: „Fertilitatea solului depinde în întregime de humus, deoarece, pe lângă apă, el reprezintă singura substanță a solului care poate servi drept hrană plantelor.” În teoria sa A. Thäer nu ținea seama de aportul azotului introdus în sol o dată cu gunoiul de grajd.

Cercetătorul J. B. Boussingault, cel care a creat prima stațiune agrochimică din lume, opune teoriei humusului propria sa teorie: a necesităților plantei în azot și a restituirii lui prin îngrășăminte. El a ajuns la această concluzie în urma unor îndelungate experimentări.

Cu toate criticile aduse, teoria lui A. Thäer, a nutriției plantelor cu humus, dăinuiește până în 1840. O dată cu apariția lucrării chimistului german Justus von Liebig „Chimia și aplicarea ei în agricultură și fiziologie”, în care este criticată teoria humusului sub toate aspectele sale, aceasta cade. Liebig arată că plantele nu pot asimila prin rădăcini substanță organică, ci numai elementele anorganice. De asemenea, afirmă că numai din aer poate fi luat carbonul.

Soarta elementelor minerale din sol l-a atras în mod deosebit pe Liebig. El spune că fiecare plantă de cultură extrage din sol o cantitate de elemente minerale. Deci, mai devreme sau mai târziu, va apare o scădere a fertilității, tocmai datorită lipsei lor. Concluzia lui este că în sol trebuie introduse îngrășăminte minerale.

Lucrările lui Liebig au adus o contribuție importantă la dezvoltarea agriculturii, deoarece pentru prima dată întâlnim ideea reglării conștiente de către om a schimbului de substanțe în natură. În mod indirect, el a contribuit astfel și la dezvoltarea industriei îngrășămintelor chimice.

Cu toate acestea, Liebig a făcut și greșeli. Astfel el nu dădea suficientă importanță azotului, considerând că plantele îl iau în cantitate suficientă din aer, o dată cu precipitațiile. Apoi neglijează rolul plantei și al microorganismelor în opera de solubilizare a substanțelor minerale. Consideră gunoiul de grajd important numai prin elementele

sale minerale, nu și prin azot și substanță organică, fapt ce-l face pe J. B. Boussingault să spună: „Dacă Liebig ar fi avut dreptate, în locul atâtor căruțe de gunoi ce trebuie transportate pe câmp, agricultorii ar fi fost mult mai practici dacă ar fi transportat o singură căruță de cenușă obținută prin arderea gunoiului de grajd.”

Antrenat de teoria sa, Liebig a prezis – în mod greșit – că, în curând, nu vom mai avea nevoie de plug. De ce să mai arăm pământul – zicea el – dacă putem proceda mai simplu: să-l udăm cu soluții de îngrășăminte chimice. Este ceva atât de simplu, încât oricărui țăran i se vor putea explica în câteva ore bazele agriculturii raționale!

Au apărut atunci în comerț felurite îngrășăminte chimice care făgăduiau agricultorilor, fără multă muncă, recolte nemaivăzute. Curând cumpărătorii au fost însă dezamăgiți. Îngrășămintele nu erau totul!

Unii din urmașii lui Justus von Liebig au elaborat așa-zisa „lege a minimului, optimului și maximului”, menită să arate agricultorilor în ce măsură factorii de vegetație (lumina, căldura, hrana, apa) influențează recolta. Concluziile trase de cercetători erau însă, false, deoarece în interpretarea rezultatelor nu se ținea seama de complexul de factori ce acționează asupra plantelor. Ea a servit însă economiștilor burghezi când au elaborat o altă lege neștiințifică, reacționară, „legea fertilității descrescânde a solului”, după care „... în agricultură efectul produs de fiecare intervenție succesivă, echivalentă, este totdeauna mai mică decât efectul intervenției precedente și mai mare decât efectul produs de intervenția următoare, succesivă și echivalentă.” În alte cuvinte, că orice nou adaus dintr-un factor de vegetație (apă, hrană etc), în aceeași cantitate ca cel precedent, aduce un spor de recoltă din ce în ce mai mic. Asta ar însemna că la un moment dat fertilitatea solului ar scădea într-atât, încât el n-ar mai putea asigura cu hrană populația globului. Deci șomaj, mizerie, foamete. Care-i soluția? se întrebau economiștii burghezi, aserviți capitalului.

Răspunsul l-a dat „preacuviosul” călugăr R. T. Malthus, care luând ca bază teoretică „legea fertilității descrescânde a solului”, a născocit falsa „teorie” a înmulțirii populației în progresie geometrică, iar a mijloacelor de existență numai în progresie aritmetică. Malthusianismul devenea astfel o armă în mâinile capitaliștilor, care urmăreau să explice și să camufleze racilele sistemului lor, cauzele ruinării muncitorilor și țăranilor din lumea unde trona aurul. Dar, la vremea sa, ca și astăzi, malthusianismul a fost combătut și este combătut de savanții progresiști din lumea întreagă.

Specialiștii în agricultură au demonstrat că suprafața arabilă a globului poate hrăni un număr mult mai mare de oameni decât există

astăzi, dacă se aplică solului o agrotehnică înaintată, îngrășăminte etc. Chiar Vladimir Ilici Lenin, în lucrarea «Problema agrară și „criticii lui Marx”» demonstrează netemeinicia legii fertilității descrescânde a solului. Astfel el spune: „Legea fertilității descrescânde a solului nu este câtuși de puțin valabilă în cazul în care tehnica progresează, în care mijloacele de producție suferă o transformare: ea este valabilă într-o măsură foarte relativă în cazul în care tehnica rămâne invariabilă și asta nu totdeauna.”

„Legea” reacționară a fertilității descrescânde și-a dovedit netemeinicia în lagărul socialist, unde, așa cum spunea Lenin, după ce mijloacele de producție au trecut în mâinile poporului, recoltele au început să crească și cresc an de an.

Cercetătorii ruși și sovietici au adus contribuții importante în problema folosirii și fabricării îngrășămintelor. Marele savant rus Dmitri Ivanovici Mendeleev – descoperitorul legii periodicității elementelor și creatorul tabloului ce-i poartă numele – s-a ocupat și de îngrășămintele chimice, făcând cu ele o serie de experiențe. El a acordat importantă tuturor îngrășămintelor, accentuând asupra rolului ce-l are arătura adâncă. Militând pentru dezvoltarea industriei îngrășămintelor minerale, D. I. Mendeleev cere încă de pe atunci sporirea eforturilor în vederea extragerii și prelucrării fosforitelor. În același timp întrevede posibilitatea folosirii îngrășămintelor bacteriene. A fost un luptător înverșunat împotriva malthusianismului.

De problema îngrășămintelor s-au mai ocupat: P. A. Kostîcev, K. A. Timiriazev, K. K. Ghedroit, D. N. Prianișnikov, V. R. Viliams, T. D. Lîsenko și alti renumiți savanți. Este demn de reținut faptul că D. N. Prianișnikov, demostrând netemeinicia „legii fertilității descrescânde a solului”, a confirmat prin fapte legea dezvoltării agriculturii socialiste, adică legea fertilității crescânde a solului.

În tara noastră studierea îngrășămintelor a început mai târziu. Înapoierea social-economică a frânat dezvoltarea agriculturii, care se făcea empiric, cu mijloace primitive. Despre îngrășăminte chimice nici nu putea fi vorba. Cu toate acestea mai răzbat ici-colo glasurile unor cercetători, care în scrierile lor dau sfaturi țărănimii de felul cum poate fi ridicată fertilitatea solului.

Cel ce s-a ocupat însă în mod științific de sol și îngrășăminte a fost Ion Ionescu de la Brad (1818— 1891). Vorbind despre agricultură el spune: „Temelia unei agriculturi este îngrășarea pământului în care se seamănă plantele...” și mai departe: „Nu este pământ bun fără ca să aibă îngrășăminte; proverbul zice că nu pământul este rău, ci cultivatorii sunt răi; este adevărat, fiindcă cultivatorii cei răi sunt aceia care caută să ia fără ca să dea, și nu pot să ia recolte abundente dacă

nu vor da pământului îngrășări mari”. Practica a dovedit temeinicia cuvintelor lui Ion Ionescu de la Brad. Într-adevăr, nu există pământuri rele, ci pământuri sărăcite, epuizate, fără structură, care n-au fost răscolite adânc de fierul plugului și n-au cunoscut binefacerile îngrășămintelor.

Progresist în idei, Ion Ionescu de la Brad arată că „tehnica agricolă trebuie să urmărească realizarea maximului de beneficiu fără a sărăci însă pământul și fără a asupri pe muncitori”. Dar ideile lui aveau să prindă viață abia după ce pământul va trece în mâinile adevăraților lui stăpâni: muncitorii și țăranii.

Drumul luminos deschis de Ion Ionescu de la Brad este urmat de numeroși cercetători. Astfel, Popovici-Lupa și Procopiu publică în 1889 primele rezultate privitoare la folosirea îngrășămintelor în culturile de porumb. Experiențele lor, făcute la Școala de Agricultură Strihareț-Slatina, au arătat marea importanță a îngrășămintelor în cultura porumbului.

Problema îngrășămintelor preocupă în primele decenii ale secolului nostru cercetători renumiți ca: Vlad C. Munteanu, Corneliu Roman, Buescu Pană, G. Murgoci, T. Saidel, acad. Gh. Ionescu Șișești, Haralambie Vasiliu, A. Zaharia etc. Astăzi, prin grija partidului, ea este studiată în institute de cercetări, în institute de învățământ superior, în stațiuni experimentale etc. An de an, datorită noilor fabrici și secții unde se prepară îngrășăminte chimice, sporește cantitatea de substanțe împrăștiată pe ogoare și, o dată cu ea, recolta.

Îngrășămintele aduc belșugul

Belșugul nu-i posibil fără îngrășăminte. Lucrul acesta îl știe astăzi orice agricultor. Ai dat plantelor hrană mai multă, capeți mai multă pâine; spicul se face cât „vrabia”, iar boabele pline cu făină. De aceea putem zice că întreaga epopee modernă a plantelor de cultură n-ar fi fost posibilă fără îngrășăminte. Și în această epopee un rol deosebit a jucat chimia. Slujitorii ei – chimiștii – trudind ziua și noaptea, au scos la iveală numeroase substanțe utile, ajungând la îngrășămintele de azi.

Am văzut că pentru activitatea vitală normală a plantelor sunt necesare o serie de substanțe minerale. Toate sunt darurile Pământului, fiindcă omul le ia din sol și din aer.

Dintre nenumăratele elemente chimice, trei sunt deosebite prin importanta lor: fosforul, azotul și potasiul.

Astăzi se consumă în lumea întreagă zeci de milioane tone de îngrășăminte minerale; și consumul e în continuă creștere. Motivul? Asigură sporuri considerabile de recoltă. Lucrul acesta poate fi observat

de oricine, comparând cantitățile de îngrășăminte chimice fabricate cu producția agricolă. Datele arată, în modul cel mai convingător, că recoltele cele mai mari se obțin acolo unde se folosesc la unitatea de suprafață o cantitate tot mai mare de îngrășăminte. Bineînțeles, pe lângă îngrășăminte mai intervin hotărâtor și o serie de alți factori, cum ar fi mecanizarea, condițiile pedoclimatice, sămânță selecționată etc.

În timpul regimului burghezo-moșieresc agricultura țării noastre a fost vitregită. De pildă, în perioada 1928—1933 consumul mediu de îngrășăminte chimice la hectar a fost de numai 0,217 kg, iar în 1938 – anul când s-a consumat cea mai mare cantitate – abia s-a ajuns la 0,820 kg. În același timp Olanda, de exemplu, avea un consum mediu la hectar de 270 kg îngrășăminte! Mai e oare de mirare că România, țară „eminamente agricolă", cum au numit-o economiștii burghezi, avea în trecut una din cele mai scăzute producții agricole la hectar?

Căror cauze se datora această stare de înapoiere economică? În însăși existența regimului burghezo-moșieresc. Acesta aservise țara intereselor capitaliste străine, care n-aveau de ce să dezvolte la noi o industrie chimică a îngrășămintelor. Este demn de reținut faptul că în 1937 la Târnăveni a fost închisă fabrica de cianamidă de calciu, pe motivul că produsul ei nu se vinde. De altfel era și normal să fie așa: puteau oare țăranii, sărăciți continuu de crunta exploatare a moșierilor și arendașilor, să cumpere îngrășăminte chimice?

Astăzi agricultura noastră, atât de înapoiată în trecut, și-a schimbat cu totul înfățișarea. Pe ogoarele fără haturi aleargă „herghelii de oțel", trăgând brazda adâncă unde sămânța găsește pat reavăn și călduț, chezășie a belșugului. Zeci de mii de tone de îngrășăminte sunt împrăștiate pe ogoare. Cresc mereu recoltele. Tot mai multe produse agro-alimentare sunt puse la dispoziția populației. Agricultura socialistă, agricultura care folosește tehnica cea mai înaintată, nu cunoaște obstacole în drumul spre belșug.

Ca multe alte realizări ale regimului democrat-popular, industria îngrășămintelor minerale – importantă ramură a industriei chimice – se dezvoltă neîncetat. An de an sporesc cantitățile de substanțe chimice livrate agriculturii. Dacă în 1957 s-au folosit pe ogoare 154 000 tone îngrășăminte, în 1958 cantitatea a crescut la 172 000 tone. Prin intrarea în funcțiune a unor noi instalații și uzine, între anii 1958—1959 producția de îngrășăminte s-a dublat.

Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. Arată că până în 1965 producția de îngrășăminte chimice va ajunge la 2 milioane tone. Efectul? Un spor de recoltă de 3 milioane tone cereale-boabe. În valoare de 3 miliarde lei!

Pentru realizarea acestor sarcini mărețe statul a făcut investiții foarte

mari. Au fost create numeroase fabrici sau secții în cadrul combinatelor. Combinatul din Târnăveni, Combinatul chimic din Făgăraș, Uzinele de acid sulfuric și superfosfat din Năvodari, Combinatul de îngrășăminte azotoase de la Roznov sunt numai câteva din unitățile industriei de îngrășăminte chimice care au luat naștere în anii regimului democrat popular.

„ELEMENTUL VIEŢII ȘI GÂNDIRII”

Așa a numit fosforul savantul sovietic A. E. Fersman. Pricina o vom afla în cele ce urmează. Până una-alta să aflăm câte ceva din biografia acestui element deosebit, așezat de D. I. Mendeleev în a cincisprezecea căsuță a vestitului său tablou.

Istoria fosforului începe pe la sfârșitul secolului al XVII-lea. Dar ca să vedem cum s-a ajuns la descoperirea lui, trebuie să ne întoarcem cu sute și sute de ani în urmă, în primele secole ale erei noastre, pe vremea când în anticul oraș egiptean Alexandria, de pe malurile Nilului, se năștea o „știință” misterioasă despre transformarea metalelor unele în altele. Mal târziu arabii au numit această „știință” alchimie.

Secole de-a rândul s-au străduit alchimiștii căutând să găsească metode de a transforma metalele obișnuite în aur. Astăzi știm că încercările lor nu puteau fi încununate de succes. Doar aurul, cuprul sau mercurul sunt substanțe simple și este imposibil să le transformi pe cale chimică unele în altele. Alchimiștii nu știau însă asta. Ei erau convinși că transformarea cuprului în aur este posibilă; trebuia doară găsită „piatra filozofală” care, după credința lor, avea cele mai surprinzătoare proprietăți: transforma în aur orice metal simplu, vindeca bolile cele mai îngrozitoare, îi întinerea pe oameni și le dăruia chiar nemurirea.

O asemenea substanță nu există! — veți spune dumneavoastră. Poți crede, în mod serios, în existenta ei? Firește, o asemenea substanță nu poate exista. Cu toate acestea în trecut se credea că „piatra filozofală” există. Se credea doar că Pământul se sprijină pe trei balene, se credea că există „capătul lumii” la care, chipurile, au ajuns unii curajoși. De ce atunci să nu crezi și în existenta „pietrei filozofale”? Și alchimiștii căutau, căutau continuu piatra miraculoasă menită să-i scape de toate necazurile.

Căutările ei au înghițit mii de vieți și au durat secole. Eșecurile nu-i descurajau pe „fabricanții de aur”, convinși că atotputernica „piatră filozofală” există în natură. Și-o închipuiau chiar cum arată. În vechile

lor cărți se poate citi că «... „piatra filozofală” trebuie să fie o substanță de culoare roșie, în parte transparentă, elastică, care luminează în întuneric».

Închiși pentru mulți ani în laboratoarele lor, păstrând secretul fată de toți ceilalți, alchimiștii dizolvau, distilau, ardeau în mii de feluri nenumăratele prafuri și metale. Căutau cu perseverentă ceea ce nu exista.

Fosforul a fost descoperit de alchimiști.

Cu toată strădania lor de secole, alchimiștii n-au găsit ceea ce doreau. Totuși nu se poate spune că n-au produs nimic bun. În gunoiul celor mai absurde superstiții, se găseau și lucruri de reținut. Ei au studiat amănunțit o serie de substanțe, au descoperit altele noi, au descris multe reacții chimice. Una din substanțele descoperite de ei este și fosforul.

Lucrurile s-au petrecut în anul 1669. Într-o zi alchimistul german Brand a hotărât să folosească urina pentru obținerea „pietrei” dătătoare de aur. El a turnat-o într-o retortă și a început s-o încălzească. Când lichidul s-a evaporat complet, pe fundul ei a rămas un reziduu negru. Brand hotărî să-l calcineze. Și iată că pe partea interioară a gâtului retortei începe să se strângă o substanță albă, asemănătoare cerii. La întuneric substanța lumina. Surescitat la culme, Brand era convins că, în sfârșit, a realizat visul de secole al alchimiștilor: a obținut „piatra filozofală” !

Mult timp, cu cea mai mare precauție, norocosul descoperitor își ascundea secretul. În zadar încercau ceilalți alchimiști din Hamburg să pătrundă în mult râvnitul subsol al lui Brand, unde acesta își avea laboratorul. Piatra care răspândea lumină făcea asupra tuturor o impresie deosebită. Nimeni nu se îndoia că ea este miraculoasa „piatră filozofală”. Dar, deșartă iluzie! Toate încercările alchimistului de a obține cu ajutorul ei aur sau argint din metale obișnuite au rămas zadarnice. Piatra nu făcea altceva decât să răspândească o lumină rece, fără să se sinchisească de cuvintele magice ale alchimistului care o implora.

După ce, mai târziu, s-a constatat că bănuita „piatră filozofală” este o substanță obișnuită, un element chimic, i s-a căutat un nume. Ce nume mai bun i se putea da decât „fosfor”, adică „purtător de lumină”.

Alchimiștii evului mediu n-au putut folosi fosforul drept „piatră filozofală”. Chimia modernă a dovedit însă că acest element are o importantă deosebită în toate procesele vitale, că este indispensabil plantelor și animalelor, că datorită lui, asemenea unei veritabile „pietre filozofale”, plantele cresc și se dezvoltă mult mai bine, producția agricolă sporește.

Lupta pentru fosfor

Practica l-a învățat pe om că recoltele cresc atunci când pământul este îngrășat. Cuceritorii spanioli stabiliți în Mexic se mirau și râdeau de țăranii mayași care aduceau pe ogoare vase de lut pline de pești, pe care-i îngropau în pământ, din loc în loc, alături de porumbul semănat. Acest obicei moștenit din moși-strămoși era considerat ca o jertfă adusă „marelui duh”. Nimeni nu se gândea că astfel solul se îngrașă cu fosforul din pești.

Până prin secolul al XIX-lea nu se cunoștea prea multe despre importanța îngrășămintelor minerale. În Anglia, de pildă, unde se dezvoltase atunci o puternică industrie a produselor din carne, rămânea o mare cantitate de deșeuri. Aceste rămășițe erau măcinate și constituiau un îngrășământ agricol. Curând au început să fie măcinate și oasele. Făina de oase, care cuprindea fosfor și calciu, devine astfel un important îngrășământ. Dar avea un defect: nu era solubilă în apă, așa că elementele ei fertilizante erau greu accesibile plantelor.

Cum poate fi făcut accesibil fosforul din oase? Răspunsul l-a dat savantul german J. Liebig: „Să tratăm oasele cu un acid mineral și să punem astfel în libertate acidul fosforic, care-i accesibil plantelor!” - a zis el. Și așa a început marșul triumfal al „purtătorului de lumină” în agricultură.

Când s-a văzut că oasele pot fi transformate ușor în îngrășăminte chimice, a început o adevărată goană după ele. Dacă în urmă cu ani corăbiile veneau de peste mări și țări încărcate cu mirodenii și aur, acum ele încep să vină și cu... oase.

Curând îngrășămintele fosforice din oase n-au mai fost suficiente. Oamenii își îndreptară atunci privirile spre America de Sud.

Tot spaniolii observaseră de mult că țăranii incași, de pe litoralul Pacificului porneau cu bărcile spre niște insulițe, de unde se întorceau cu un fel de „pământ” gălbui, pe care-l împrăștiau apoi pe ogoarele lor. Ce era acest pământ?

Pe lângă coastele peruviene și chiliene sunt niște insulițe locuite exclusiv de păsări. Deoarece aici este locul de întâlnire al unor curenți marini calzi și reci, păsările găsesc suficient pește, așa că s-au înmulțit enorm de-a lungul timpului. Datorită hranei abundente, schimburile organice ale păsărilor sunt foarte active, și în consecință înălțimea insulei crește cu aproape 4 cm pe an, prin acumularea substanței eliminate de ele. Cum regiunea este foarte secetoasă, gunoiul păsărilor n-a fost spălat de ploi, așa că an de an s-a depus, formând mai multe strate a căror grosime atinge chiar 63 de metri.

Incașii din Peru știau că materialul acesta este un foarte bun îngrășământ. Ei îl numeau „huano”, care înseamnă „îngrășare”, de unde a provenit și cuvântul „guano”, folosit de europeni. Guanolul a fost cunoscut de aceștia prin renumitul geograf și călător Alexandr von Humboldt, care l-a adus în Europa în 1802. Chimiștii au recunoscut imediat că este un valoros îngrășământ fosfatic. În 1841 începe exportul cu guano spre Europa. Mii de tone de îngrășământ trec Atlanticul, pentru a fertiliza ogoarele bătrânului continent.

„Febra fosfaților” cuprinde multe țări. Se descoperă depozite în insulele Antile, în Florida și în Africa de Nord. Cantitățile de fosfați naturali folosite în agricultură cresc. Dar nu sunt totuși suficiente. Apoi erau și scumpe, pentru că trebuiau transportate pe mare, cu corăbiile.

Păsările – prin guanoul lor – și colectorii de oase nu erau în stare să aprovizioneze ogoarele Europei cu fosfor. El mai trebuia căutat și altundeva. Liebig dă o indicație: folosirea sărurilor minerale de fosfor, provenite din magmă. Geologii pornesc să exploreze adâncurile. Se descoperă fosfați minerali în Anglia, Suedia, Germania, Spania, Canada, pe coasta Africii de Nord, în Sudan, în insulele Oceaniei. Cele mai mari zăcăminte au fost însă descoperite în Uniunea Sovietică, în anii Puterii Sovietice, care deține cea 30% din rezerva mondială de fosfați minerali.

Peninsula Kola… Natura din această parte a lumii este vitregă. Cât vezi cu ochii, pe sute de kilometri, pământul e acoperit cu mușchi. Peisajul tundrei îl schimbă numai munții Hibinsk acoperiți cu zăpadă. Acum vreo treizeci și șase de ani aceste locuri erau aproape pustii; rar puteai întâlni oameni. Azi ținutul a devenit de nerecunoscut. Ca în întreaga Uniune Sovietică și aici pulsează vijelios viata. Aici, pe versanții munților Hibinsk, se extrage o prețioasă piatră verde – apatitul, o adevărată piatră a fertilității. Principalul element din compoziția ei o constituie fosforul.

De unde vine numele pietrei? Dacă traducem cuvântul grecesc „apatit”, vom obține… „înșelător”. De ce oare i-au dat mineralogii o denumire atât de puțin… onorabilă. Dintr-un punct de vedere ei au avut dreptate. Prea din cale-afară de multe fete are această piatră a fertilității! Când apare sub forma unor mici cristale transparente asemănătoare cu berilul sau cuarțul, când sub forma unui minereu granulos și lucios, semănând cu marmura, când sub formă de mase compacte ca ale calcarului obișnuit. Aproape că nu știi ce este! De aceea i s-a spus… „înșelător”, adică „apatit”.

Geologii au venit la Hibink prin vara anului 1923. Ei au pătruns în munți pe cărările bătute de reni și au descoperit cele mai bogate zăcăminte de apatit din lume. După câțiva ani au venit aici primii mineri. Apoi s-au ridicat și uzinele.

Apatitul extras este trimis întâi la fabricile de preparare. Aici el este măcinat și curățat de impurități. Se obține un praf alb – concentrat de apatit – friabil și moale, asemănător cu făina.

Astăzi sute de vagoane pline cu praf alb pleacă zilnic din peninsula Kola spre sud, la uzinele chimice, unde cu ajutorul acidului sulfuric apatitul se transformă într-un altfel de praf – superfosfatul.

În Uniunea Sovietică se mai găsesc zăcăminte de roci fosfatice sub formă de fosforiți la Kara-Tau, la Viatka-Kama, la Egorova, la Aktinbinsk, și în Kazahstan. Zăcăminte mai puțin bogate în fosfor, și de dimensiuni mai mici, se întâlnesc și în S.U.A., Algeria, Maroc, Tunisia, Franța, R. P. Chineză, R. D. Vietnam, Japonia, Australia, Peru, Chile etc.

Și la noi în țară au fost puse în evidentă câteva zăcăminte naturale de fosfați, dar ele nu pot face încă obiectul unor exploatări.

Și iată că a fost extrasă din zăcământ roca fosfatică. Ce se face acum cu ea? Va fi supusă unor procese chimice menite să transforme fosforul aflat sub formă puțin solubilă sau chiar insolubilă, în forme ușor accesibile plantelor. Pentru asta roca este purificată și tratată în felurite chipuri.

Cel mai important îngrășământ fosforic este superfosfatul. Sub numele acesta înțelegem un îngrășământ în care partea principală o formează fosfatul mono-calcic [Ca $(H2\ PO_4)_2 . H_2O$], însoțită de mici cantități de acid fosforic ($H_3\ PO_4$), fosfat dicalcic ($Ca\ H\ PO_4 . 2H_2O$), gips și fosfat tricalcic nedescompus. Deci când spunem superfosfat nu trebuie să ne gândim la o anumită substanță chimică, ci la un amestec de substanțe. Când îngrășământul conține sub 10,9% fosfor poartă numele de superfosfat, iar când procentul de fosfor este mai mare, de superfosfat concentrat sau dublu.

În mare, superfosfatul se fabrică tratând făina de oase, făina de fosforiţi sau apatitul cu acid sulfuric. Au loc mai multe reacții chimice, care duc până la urmă la substanțele chimice amintite.

Dar superfosfatul poate fi fabricat și fără acid sulfuric, care-i destul de scump. Pentru asta se arde un amestec de roci fosfatice cu gips și glaserit (sulfat de sodiu și potasiu).

Superfosfatul concentrat are o fabricație ceva mai complicată, pentru că întâi trebuie produs acidul fosforic și apoi cu acesta sunt descompuși fosfații naturali.

Deși fabricarea superfosfatului dublu este mai costisitoare, totuși are o serie de avantaje fată de superfosfatul obișnuit. Astfel, conținând o cantitate mai mare de fosfor, prețul de cost al transportului pentru aceeași cantitate de fosfor este mai mic. Apoi fabricarea lui se poate face și din substanțe cu un conținut mai mic de fosfor.

Plecând tot de la acidul fosforic se fabrică un alt îngrășământ numit precipitat. Din punct de vedere chimic, acesta este fosfat dicalcic ($Ca\ H\ PO_4 . 2\ H_2O$). Numele de precipitat îi vine de la faptul că produsul este obținut prin precipitarea acidului fosforic cu hidroxid de calciu. Precipitatul mai poate fi fabricat și altfel, descompunând fosfatul tricalcic cu acid azotic, când se produce totodată și azotat de calciu, sau chiar fără folosirea vreunui acid.

După superfosfat, cel mai răspândit îngrășământ este zgura lui Thomas. Acesta este un produs secundar, o rămășiță, obținută în metalurgia fierului în urma prelucrării unor minereuri de fier ce cuprind o anumită cantitate de fosfor.

Chimiștii din țările deficitare în acid sulfuric și-au pus întrebarea: „oare nu pot fi produse îngrășăminte fosfatice, care să conțină «purtătorul de lumină» într-o formă ușor accesibilă plantelor, fără să se folosească acid sulfuric?"

Încercarea de a rezolva problema a atras numeroși chimiști. Chiar J. Liebig s-a apucat să încălzească fosfați naturali, cu gândul că i-ar putea transforma într-un produs accesibil plantelor. Nu a obținut însă rezultate. Chimiștii n-au descurajat. După îndelungate și nenumărate experiențe a putut fi fabricat în 1816 un astfel de îngrășământ, care a primit numele de termofosfat, adică fosfat obținut prin căldură. Astăzi se produc termofosfați alcalini, prin încălzirea rocilor fosfatice cu nisip și carbonați bazici, și termofosfați magnezieni, prin încălzirea rocii fosfatice cu compuși ai magneziului.

Dacă mai adăugăm la îngrășămintele amintite și făină de oase, avem o imagine completă asupra îngrășămintelor fosfatice folosite în agricultură.

Astăzi se fabrică la noi în țară cantități importante de îngrășăminte fosfatice la Valea Călugărească, Năvodari și Târnăveni. Materia primă o constituie apatita și fosforitul.

Rezultatele?

Știți cât fosfor conține corpul omului? Aproape unu la sută. El se găsește în oase și în mușchi, în sânge și în țesuturile creierului. Medicii au arătat că dezvoltarea normală a organismului depinde în mare măsură de felul cum este asigurat corpul cu fosfor. Dacă alimentarea cu fosfor este defectuoasă, întreaga activitate vitală a organismului se dezechilibrează.

La Leningrad s-a făcut o experiență interesantă. Crescătorii de pești au introdus în eleștee îngrășăminte cu fosfor. Prin aceasta s-a

intensificat dezvoltarea în apă a algelor microscopice și a altor organisme infim de mici, ceea ce a avut ca rezultat înmulțirea intensă a peștilor, datorită hranei mai abundente și mai complete, ce le-a fost pusă la dispoziție.

O însemnătate deosebită are fosforul și în dezvoltarea celulelor oaselor, precum și în funcționarea sistemului nervos. S-a stabilit că oasele și creierul animalelor conțin mult „purtător de lumină”. Iată de ce convalescenților și oamenilor care depun o intensă muncă intelectuală li se recomandă medicamente cu fosfor. Insuficienta fosforului atrage slăbirea memoriei. Fosforul intră în compoziția hormonilor, a fermenților etc.

Deoarece animalele și omul folosesc planta drept hrană, este firesc ca aceasta să conțină fosforul în cantități suficiente. De altfel, fără acest element nici planta nu poate trăi. Acțiunea lui aici este multilaterală. Elementul „purtător de lumină” nu numai că ridică cantitatea producției agricole. Inul și cânepa, de pildă, dacă primesc suficiente cantități de fosfor, produc fibre de calitate mai bună, mai rezistente, mai lungi și mai fine. La cartofi crește conținutul de amidon, fructele și leguminoasele înmagazinează mai mult zahăr.

Dar asta nu este încă totul. Fosforul, ca o adevărată „piatră filozofală”, acționează asupra plantelor, făcându-le mai rezistente la îngheț, la secetă, determinându-le să se dezvolte mai rapid și să crească mai mari.

Iată cum substanța purtătoare de lumină devine miraculoasă! Și iată de ce este foarte important ca plantele agricole să nu sufere de lipsa ei.

Avantajele folosirii îngrășămintelor cu fosfor sunt foarte mari. De pildă un singur kilogram de fosfor introdus în sol sub formă de îngrășăminte mărește simțitor recolta la hectar, la sfecla de zahăr cu 40—50 kg, la cartofi cu 40—50 kg, la bumbac cu 5—6 kg, la cereale cu 15—20 kg... și câte nu s-ar mai putea spune!

Plecând de aici, ne putem da ușor seama ce rezultate importante dau îngrășămintele fosfatice, dacă ne gân-dim la sporul de recoltă pe care-l putem căpăta, cu ajutorul „purtătorului de lumină”, de pe cele zece milioane de hectare arabile ale țării noastre.

AERUL ÎNGRAȘĂ !

Din sol sau din aer?

Nu poate exista viață pe Pământ fără azot! Acesta-i un adevăr ce nu mai trebuie demonstrat; îl știe orice elev. De ce? Fiindcă azotul este unul din elementele de bază al substanțelor chimice ce alcătuiesc celula. Fără azot nu există aminoacizi, și fără aminoacizi nu pot exista proteinele.

Până în pragul secolului al XIX-lea, când chimia a început să se dezvolte impetuos, se credea că plantele își alcătuiesc corpul din „sucurile pământului”. Ideea aceasta este veche. Ea a fost formulată acum mai bine de 2000 de ani de învățatul grec Aristotel. Constatând că plantele n-au… stomac, învățatul a tras concluzia că hrana plantelor este digerată de către sol, iar de aici „sucurile” digerate trec prin rădăcini în plantă.

Oricât de curioasă ar fi această explicație, ea însă nu trebuie să ne mire, dacă ținem seama de nivelul cunoștințelor științifice din acele vremuri. De altfel practica agricolă arată în modul cel mai clar că terenurile fertile produceau recolte mult mai mari decât cele nefertile. Deci în terenurile fertile se producea o „digestie” mai intensă, iar „sucurile” rezultate hrăneau mai bine plantele.

Și așa au trecut secole, fără ca nimeni să conteste învățătura lui Aristotel.

Dezvoltarea chimiei dă însă lovitura de gratie neștiințificei teorii a învățatului grec. Descoperirea fotosintezei arată că plantele iau carbonul din aer, nu din pământ.

Controversată a fost și originea azotului din plante. Cum azotul reprezintă aproape 80% din volumul aerului, o serie de cercetători au fost tentați să afirme că el este luat de plante direct din aer. De ce n-ar lua planta azotul direct din aer, unde se află în cantitate foarte mare, așa cum ia bioxidul de carbon, prezent în atmosferă doar în fracțiuni de procent? spuneau ei.

Dar afirmațiile nu-s totul. Știința are nevoie de dovezi concrete, de experiențe care să le sprijine. Analizele chimice au arătat că în sol se găsește azot în cantități ceva mai mari decât în atmosferă. Aici el se află unit cu alte elemente, fie sub formă de combinații anorganice (săruri de amoniu, azotați, azotiți), fie sub formă de combinații organice, rezultate din descompunerea resturilor de plante și animale.

Deci există azot și în aer și în sol. De unde-l ia planta? Pe la mijlocul secolului al XIX-lea cercetătorul francez Boussingault a făcut o experiență care a demonstrat, pentru moment, că partizanii ideii nutriției plantelor cu azot din sol au dreptate. Astfel el a cultivat plante de floarea-soarelui în nisip spălat, calcinat și îngrășat cu substanțe minerale din care lipseau cu desăvârșire combinațiile azotului. Rezultatul: a obținut niște plante pitice, nedezvoltate, ce au primit

numele de „limitate”, deoarece conțineau numai azotul existent în sămânță. Cultivând paralel plante care au primit și săruri de azot, acestea s-au dezvoltat normal. Concluzia: plantele iau azotul din sol.

Combinațiile azotului din sol au fost împărțite de cercetători în trei mari grupe: combinații organice, săruri de amoniu și nitrați. Asta a dus la expresiile prescurtate, folosite azi curent: „azot organic”, „azot amoniacal” și „azot nitric”; în ultima grupă sunt cuprinși și azotiții (nitriții).

Dacă pentru practica agricolă experiențele și concluziile lui Boussingault și a celor ce l-au urmat dădeau niște îndrumări precise, ele nu răspundeau în schimb la o problemă deosebit de importantă, legată chiar de existența viitoare a vieții pe Pământ. Iată despre ce era vorba.

Cantitatea de azot combinat, existentă în sol, este mică. Ea se completează de la an la an prin descompunerea substanței organice, constituită din plante șt animale; are loc deci un circuit al azotului în cadrul lumii vii. Plantele iau azotul din sol. O parte este transmis animalelor sub formă de hrană, iar altă parte se reîntoarce în sol prin putrezirea rădăcinilor, frunzelor, tulpinilor etc. După moartea animalelor, azotul lor reintră și el în circuit, prin descompunerea substanței organice. Dar în procesul transformării de către microorganisme a substanței organice în compuși simpli de azot, au loc și reacții ce duc până la apariția azotului molecular, în stare gazoasă, care se degajă în atmosferă. Rezultă de aici că dacă n-ar exista posibilitatea să se fixeze azotul molecular din atmosferă, după un lung șir de ani bilanțul azotului în circuitul lui pe Pământ ar merge către un deficit continuu, ce ar pune în primejdie existența vieții pe glob. Lucrurile nu se petrec însă așa. Natura s-a asigurat cu o serie de „chimiști”, capabili să execute transformări uimitoare, menite să ducă la sinteza compușilor de azot din cel existent în atmosferă. Acești „chimiști” sunt bacteriile fixatoare de azot.

De altfel agricultorii observaseră de mult că cerealele dau o recoltă mai mare dacă sunt semănate pe un sol ce a găzduit înainte o cultură de plante leguminoase. Explicația, firească și corectă de altfel, nu putea fi decât aceea că leguminoasele îmbogățesc solul în azot. Concluzia era însă în contradicție cu experiențele lui Boussingault, care spune că toate plantele își iau azotul din sol.

Cercetătorul H. Heliriegel a observat, în anul 1886, că pe rădăcinile plantelor leguminoase crescute în sol se găsesc o serie de umflături pline cu niște bacterii. Astfel de umflături, nodozități cum au fost numite, nu se formează pe rădăcinile leguminoaselor crescute în nisip sterilizat, mediu folosit de Boussingault pentru experiențele sale.

Observația lui Heliriegel a dus, firește, la concluzia că bacteriile din nodozități au proprietatea să asimileze azotul din aer. Între planta gazdă și bacterii are loc o colaborare, o simbioză, prima furnizând celei de-a două substanțe nutritive neazotate, iar cea de-a doua substanțe azotate. Experiențele au mers mai departe. Infectând mediul steril de nisip cu bacterii fixatoare de azot, pe rădăcinile plantelor au apărut nodozități, iar plantele s-au dezvoltat normal, cantitatea de azot total a întregii plante depășind cu mult pe cea existentă în sămânță, deci inițială. De unde a venit acest surplus de azot? Desigur că el nu putea proveni decât din aer, prin intermediul bacteriilor fixatoare. Deci, într-un anumit fel, planta se poate aproviziona cu azot și din aer.

Pentru practică constatările oamenilor de știință privind nutriția cu azot a plantelor a avut urmări importante. Ele au dus la apariția îngrășămintelor minerale cu azot și a îngrășămintelor bacteriene.

Pentru a fi clasificate mai cu ușurință, oamenii de știință au împărțit îngrășămintele minerale cu azot în trei mari categorii: îngrășăminte cu azot amoniacal, îngrășăminte cu azot nitric, îngrășăminte cu azot nitric și amoniacal, și îngrășăminte cu azot sub formă amidică.

Din prima categorie, fără îndoială că unul din cel mai important îngrășământ este amoniacul, substanță cunoscută de toată lumea prin variatele ei întrebuințări și prin mirosul său caracteristic. Chimiștii îi scriu numele simplu NH_3, ceea ce vrea să spună că o moleculă de amoniac cuprinde un atom de azot și trei de hidrogen.

Zi de zi utilizarea amoniacului drept îngrășământ crește. Aceasta datorită eficacității lui, deoarece, o singură fabrică de amoniac de putere mijlocie, produce într-un an atât azot, cât toate plantele leguminoase de pe un milion de hectare.

Cum se obține amoniacul? Simplu: prin unirea directă a azotului cu hidrogenul. Sinteza amoniacului din elementele sale componente nu este însă ușoară, ea având loc în instalații speciale de mari proporții și la presiuni uriașe. La noi în țară amoniacul se fabrică pornind de la metan. În afara faptului că amoniacul este un bun îngrășământ, el este și o valoroasa materie primă pentru o seamă de alte produse chimice.

Tot îngrășăminte cu azot amoniacal sunt și sulfatul de amoniu și clorura de amoniu. Acestea se fabrică fie direct, prin combinarea amoniacului cu acidul sulfuric sau cu acidul clorhidric, fie folosind alte procedee.

Amoniacul poate duce și la acid azotic, substanța de bază a îngrășămintelor cu azot nitric. Pentru asta el este supus unor serii de transformări chimice, apoi este combinat cu săruri de sodiu, potasiu sau calciu, pentru a da, respectiv: azotat de sodiu, azotat de potasiu sau azotat de calciu.

Pe lângă aceste produse de sinteză, mai sunt folosite drept îngrășăminte chimice cu azot nitric și azotații naturali, cunoscuți sub numele de „salpetru de Chile”. În Chile, pe o lungime de aproximativ 600 km de coastă, s-au găsit cele mai mari zăcăminte de salpetru. Acest pustiu de sare sclipitoare, cu lacuri de borax. A adus venituri uriașe exploatatorilor capitaliști, de pe urma comercializării salpetrului drept îngrășământ chimic. În același timp, el a fost mormântul a mii și mii de muncitori cărora salpetrul le distrugea plămânii și pielea, și-i cobora de timpuriu în morminte. Iar când în 1907 muncitorii au organizat o grevă, revendicând dreptul la o viață de om, autoritățile n-au ezitat să ordone: foc! În câteva minute patru mii de muncitori au fost seceraţi de gloanțe.

Dacă acidul azotic este combinat cu amoniacul se obține azotatul de amoniu, un îngrășământ ce conține azotul atât sub formă nitrică, cât și sub formă amoniacală. El se fabrică simplu, neutralizând acidul azotic cu amoniac. Este unul din îngrășămintele azotate ce dă bune rezultate pe orice tip de sol.

Adăugând calciu azotatului de amoniu, se obține nitrocalcamoniu, îngrășământ cu reacție fiziologică bazică. De aceea este folosit pe locurile cu reacție acidă, în vederea ameliorării lor.

Ultima categorie de îngrășăminte cu azot o constituie acelea ce-l conțin sub formă amidică. Aici întâlnim cianamida de calciu și ureea. Prima se obține printr-unul din procedee, pornind de la var, cărbune și azot. Cea de-a doua – ureea – poate fi sintetizată din amoniac și bioxid de carbon.

Iată, în câteva cuvinte, principalele îngrășăminte chimice minerale cu azot, puse astăzi la dispoziția agriculturii de către chimiști. Așa cum am mai amintit, azotul mai poate fi furnizat plantelor și cu ajutorul îngrășămintelor bacteriene. Dintre acestea amintim nitraginul și azotogenul. Acestea sunt îngrășăminte ce conțin bacterii simbiotice, caracteristice unor anumite plante leguminoase. Asimilând direct din aer azotul, ele îl pun plantei la dispoziție, iar după moartea acesteia azotul rămâne în sol, îmbogățindu-l în acest element.

Dar îngrășămintele bacteriene nu furnizează plantei numai azot. Sunt îngrășăminte care solubilizează fosforul, potasiul etc. Toate sunt fabricate azi în instalații speciale.

„VITAMINELE” PLANTELOR

În urmă cu ani se credea că plantele au nevoie numai de apă, bioxid

de carbon și încă câteva elemente: azot, fosfor, sulf, calciu, magneziu și fier. Dacă analiza arăta și altele, pe lângă acestea, se considera că existența lor în plante este întâmplătoare.

Studiile făcute de cercetători în primele decenii ale secolului nostru au demonstrat că ipoteza arătată mai sus este greșită. Nu – au spus savanții – plantele au nevoie de mult mai multe elemente. Fără ele nu se pot dezvolta normal, nu pot fructifica, se îmbolnăvesc și pier. Așa s-a ajuns la descoperirea „microelementelor" și „ultramicroelementelor". Acestea acționează în cantități foarte mici, uneori numai sub formă de urme, astfel că ar putea fi asemănate cu vitaminele necesare animalelor.

Analizele de mare precizie au arătat existența în plante a nu mai puțin de 70 microelemente, dintre care cele mai importante sunt: cuprul, cobaltul, manganul, molibdenul, fluorul, bromul, iodul, nichelul, cromul, aluminiul, litiul, beriliul, vanadiul. Ultramicroelementele se găsesc în plante în cantități și mai mici. Dintre ele fac parte aurul, mercurul, platina, radiul, uraniul, actiniul, toriul. O privire fugară ne arată imediat că cea mai perfectă uzină chimică – planta – folosește toate elementele tabelului lui Men-deleev, începând cu hidrogenul și terminând cu uraniul.

Observațiile cercetătorilor au condus la ideea că micro și ultramicroelementele, deși sunt luate de plante în cantități foarte mici, îndeplinesc totuși un rol la fel de important ca macroelementele. Dar, în timp ce ultimele intră în constituția substanțelor organice fabricate de „uzina vie", micro și ultramicroelementele îndeplinesc funcții de catalizatori ai diferitelor reacții chimice din plante, grăbind sau încetinind reacțiile ce au loc în plante. De asemenea, ele intră în compoziția unor fermenți care reglează diferitele transformări de substanțe organice petrecute în timpul proceselor de nutriție, creștere, dezvoltare, mișcare etc.

Fierul, de exemplu, intră în compoziția fermenților catalaza și peroxidaza, care intervin în procesul respirației. Datorită capacității sale de a trece din forma ferică în cea feroasă și invers, fierul participă la procesele de oxidoreducere. Tot el catalizează sinteza clorofilei în frunză. În lipsa lui planta nu poate sinteza clorofilă, chiar dacă are la dispoziție toate celelalte elemente necesare.

Cuprul înlesnește o serie de reacții din interiorul celulelor. Astfel, s-a dovedit că sub influenta lui cresc respirația, viteza metabolismului glucidelor, rezistenta la boli etc. Cercetările au arătat chiar că acest element are proprietatea să facă plantele să retină apa în mai mare măsură, devenind mai rezistente la secetă. Studiile făcute la noi în tară, la Institutul de biochimie al Academiei R.P.R., au arătat că acțiunea

pozitivă a cuprului în privința sporirii rezistentei la secetă, se datorește faptului că acest microelement favorizează creșterea procentului de proteine din plante; or proteinele, se știe, au proprietatea să retină apa. Când în sol se găsește în cantitate suficientă, cuprul stimulează creșterea procentului de zahăr în sfecla de zahăr, a grăsimii în semințele plantelor oleaginoase, a vitaminei C în lucerna, cartofi și alte plante. Insuficienta lui în sol provoacă îngălbenirea și căderea frunzelor la unii pomi fructiferi, dar mai ales la cereale. Lipsa cuprului în plantele folosite drept nutreț pentru animale le provoacă, mai ales la oi, boala numită ataxie.

Un microelement cu o influentă hotărâtoare în buna dezvoltare a plantelor îl constituie borul. Lipsa acestui element din sol determină oprirea proceselor de creștere și dezvoltare a plantelor, perturbând procesele fiziologice ce au loc în ele. Este demn de reținut că până azi oamenii de știință au determinat nu mai puțin de douăzeci de boli provocate de lipsa borului. Când plantele încep să arate simptome care demonstrează că solul n-are bor, se administrează substanțe ce-l conțin. Acestea pot fi: acidul boric, boraxul, deșeurile de la fabricarea boraxului: chiar cenușa unor plante și a unor cărbuni conține bor.

În rândul micro și ultramicroelementelor – a acestor „vitamine” minerale – intră nenumărate alte elemente: fierul, manganul, zincul, molibdenul etc. Toate sunt puse azi la dispoziția agriculturii de către chimie.

MEDICINA OGOARELOR

De la semănat până la recoltat, adesea chiar și în timpul depozitării, recolta este amenințată de feluriți dușmani. Iată niște gâze gingașe și frumos colorate; nici n-ai crede cât sunt de păgubitoare! Și, totuși, mii de hectare cad anual, pe tot globul, pradă acestor „nevinovate” insecte. Alți dușmani se ascund însă privirilor omului; pot îi descoperiți doar când au început să-și îndeplinească opera lor distrugătoare. Acestea sunt microorganismele provocatoare de boli.

Insectele au un loc de frunte printre dăunătorii agricoli. Pe lângă faptul că atacă direct plantele, mâncând frunzele, rădăcinile, tulpinile sau fructele, insectele pot transmite culturilor și nenumărate boli, producând astfel pagube însemnate. În pomicultură, de exemplu, în afară de reducerea și deprecierea recoltelor, păduchele de San Jose distruge treptat pomii, care în câțiva ani se usucă și pier.

A doua categorie de dăunători o formează bolile. Acestea sunt boli

specifice, contagioase, provocate de ciuperci, bacterii, virusuri. Urmările lor sunt: putregaiul, vestejirea, căderea frunzelor, a florilor, a fructelor etc, deci recolte slabe sau chiar complet distruse.

Buruienile și unele animale formează alte categorii de dușmani. Pagubele produse de buruieni sunt imense, cifrându-se, pe plan mondial, la circa 20—25% din recoltă. De asemenea, nu trebuie uitate animalele mici: rozătoarele (șoarecii și șobolanii, în special), care aduc mari pagube culturilor, „furând" recolta. E binecunoscut, de exemplu, că un șoarece mănâncă într-o vară chiar mai mult de 1 kg de grăunte. Dacă sunt lăsați să se înmulțească în voie, recoltele n-ar ajunge nici măcar să-i îndestuleze pe ei, darămite pe om!

Pagubele pricinuite de dăunătorii agricoli se ridică la cifre impresionante. Astfel, după date publicate de O.N.U., numai în 1947 au fost înregistrate în toată lumea pierderi de 33000000 de tone cereale!

În lupta cu acești dușmani, omul are un aliat de nădejde: chimia. Ea îi pune la dispoziție „medicamente" – substanțe chimice de combatere – care salvează recoltele.

Utilizarea substanțelor chimice în combaterea dăunătorilor agricoli permite nu numai salvarea recoltelor, dar aduce și importante avantaje economice. Astfel, plivitul chimic al buruienilor, efectuat cu ajutorul erbicidelor, reduce volumul de lucrări, realizându-se o economie însemnată de brațe de muncă (se evită prășitul, plivitul etc). Bineînțeles, măsurile agrotehnice își păstrează în continuare rolul lor important, însă justa lor îmbinare cu mijloacele chimice de luptă, în funcție de condițiile existente în fiecare loc, asigură eficacitatea în combaterea dăunătorilor.

Substanțele chimice folosite în agricultură pentru protecția plantelor se împart, după natura agentului dăunător, în patru mari grupe: insecticide (substanțe care omoară insectele), fungicide (substanțe ce distrug agenții producători de boli), raticide (otrăvuri pentru rozătoare) și erbicide (substanțe care distrug buruienile).

Importanta acestor substanțe chimice iese și mai mult în evidentă dacă ținem seama de valoarea produselor salvate prin folosirea lor.

Astfel, practica a arătat că, folosind insecticide în valoare de 192 lei, se poate asigura la hectar un spor de recoltă în valoare de 2 000 de lei. Analiza economică făcută în raionul Bistrița a demonstrat că, aplicând stropiri la timp și în mod corect, se obțin venituri suplimentare de 10 000 de lei la ha numai din diferența de calitate a fructelor. În unele cazuri, eficienta tratamentelor este mult mai mare, aproape de necrezut. De pildă, tratând semințe de legume cu produse organomercurice care valorează 1 leu, valoarea recoltei salvate este de 3 499 de lei! Iată numai câteva exemple, dar câte nu se pot da!

În trecut, producția de insectofungicide a țării noastre era aproape inexistentă. Iar ceea ce se folosea. În cantități foarte mici, se aducea din străinătate, la preturi mari, fiind inaccesibile micilor gospodării.

Regimul democrat-popular a schimbat radical situația. Mergând ferm pe linia mecanizării și a chimizării agriculturii, partidul, prin cuvântul tovarășului Gh. Gheorghiu-Dej, care a prezentat raportul la Plenara C.C. al P.M.R. din 30 iunie-1 iulie 1961, a reamintit importanta protecției plantelor împotriva dăunătorilor, subliniind totodată necesitatea producerii unor cantități tot mai mari de substanțe chimice necesare combaterii dăunătorilor. De aceea nu întâmplător se prevede ca în 1965 să se producă cel puțin 26000 de tone de antidăunători, dintre care 10000 de tone de insecticide. 15000 de tone de fungicide și 1000 de tone de erbicide.

Chimia a mai venit în ajutorul plantelor cu așa-numitele „substanțe stimulatoare”. Acestea – obținute în general prin sinteză chimică – sunt azi larg utilizate în legumicultura, floricultură, pomicultură etc. Cu ajutorul lor omul poate să producă fructe fără semințe, să oprească pornirea vegetației pomilor când primăvara este pericol de îngheț, să grăbească coacerea recoltei etc. Iată câteva substanțe stimulatoare produse de industria chimică: heteroauxina, acidul alfa naftalacetic, acidul 2,4D, acidul 2,4,5T, acidul 4 clorfenoxiacetic etc. În ultimul timp cercetătorii au descoperit o nouă și interesantă substanță stimulatoare, numită giberelina. Ea a fost extrasă dintr-un mucegai, procesul de lucru fiind asemănător cu acela folosit la fabricarea antibioticelor.

COMORI ASCUNSE

TOT MAI MULTA HÂRTIE

O incursiune în istoria hârtiei

Hârtia pe care scriem zilnic sute de cuvinte și cifre își are povestea ei. Începuturile i se pierd în urmă cu mii de ani și ne poartă pe vechile meleaguri cuprinse între Tigru și Eufrat, la gurile fluviului Nil, în marele Imperiu chinez și mai apoi în Europa.

În copilăria omenirii știrile și întâmplările demne de ținut minte erau

transmise din gură în gură, de la bătrân la tânăr. Metoda ce a înfruntat anii a rămas însă scrierea.

La început omul a însemnat lucrările ce trebuiau reținute pe diverse materiale. El și-a improvizat prima cărțulie din ce i-a fost la îndemână, un os, o foaie de palmier, un ciob de lut, o scoarță de copac etc. Dar nu puteai scrie o cronică sau o veste pe unul din materialele amintite. Și astfel au apărut „cărțile de lut”. Ce erau aceste „cărți”? Scribul care trebuia să pună pe „hârtie” veștile, s-a gândit că ar fi mult mai ușor să „scrie” pe o placă de lut, cu un bețișor ascuțit în trei muchii. Așa s-au născut cărțile sumerienilor. Dar „cartea” ca să poată trăi mai mulți ani trebuia... arsă, altfel lutul uscat s-ar fi prefăcut cu timpul în praf.

Și timpul trece, se scurge din caierul vremii, câte puțin aducând transformări și în lumea scrisului. Apare vestita „carte-panglică” a vechilor egipteni. Aceștia foloseau pentru scris o altă „hârtie” – papirusul. El era produs din tulpina plantei „Cyperus papyrus”, un soi de trestie care crește din belșug pe malurile fluviului Nil. Planta nu dădea egipteanului numai „hârtie”. Din ea se putea confecționa îmbrăcăminte, încălțăminte, se pregăteau bucate gustoase și multe altele.

Iată cum se obținea papirusul. Măduva plantei era desfăcută în fâșii subțiri, care se lipeau una de alta până se căpăta o foaie mare. Lipirea fâșiilor nu era o operație simplă și necesita multă îndemânare. Ea se făcea pe o masă înclinată, udată continuu de apa Nilului; drept clei servea chiar mâlul adus de apă. După lipirea unui mare număr de fâșii, foii i se tăiau marginile. Peste ea, de-a curmezișul, se așeza o altă foaie și se presa puternic. Materialul, uscat la Soare și lustruit cu o valvă de scoică sau cu un os, dădea papirusul.

Papirusul avu curând un rival periculos: „hârtia din piele” – pergamentul. Vrajba dintre el și pergament a pornit de la invidia faraonului egiptean. Acesta – așa cum făcuseră și strămoșii lui – se mândrea cu biblioteca din Alexandria, și nu concepea ca alta s-o întreacă. De la un timp însă strălucirea bibliotecii începu să pălească în fata celei din Pergam, oraș în Asia mică. Faraonul hotărî atunci să împiedice avântul rivalei, oprind exportul de papirus spre Pergam. Ce puteau face pergamezii în situația asta decât să-și fabrice singuri materialul pentru sens? Și astfel apăru pergamentul. El nu se făcea însă din planta papyrus, ci din piei de oaie sau capră tăbăcite special.

Curând importanta papirusului începu să scadă, pentru că pergamentul dovedea din zi în zi calități noi, care-i lipseau rivalului său. De pildă, pergamentul se putea îndoi fără să se rupă, se putea scrie pe ambele lui fete, putea fi cusut în formă de caiete etc. Asta a făcut ca până la urmă, după cucerirea Egiptului de către arabi, pergamentul să învingă definitiv papirusul. Și pe el îl aștepta însă aceeași soartă, căci în

răsăritul Asiei, în Marele Imperiu de mijloc – China de astăzi – se născuse materialul ideal pentru scris — hârtia.

După ce au folosit pentru scris, ca mai toate popoarele, piatra, lutul, lemnul, iar acum vreo 3 000 de ani plăcile de bambus, chinezii au descoperit hârtia — materialul care deschide o eră nouă în istoria civilizatiei. Descoperirea hârtiei a avut loc așa cum spun cronicile – în anul 105 al erei noastre, iar creatorul ei a fost chinezul Ţai-lun din Nankin. Acesta reușește să producă din fire de bambus, din unele ierburi, din cârlți sau cârpe vechi foi albe de „ci”, hârtie chinezească.

Ca să obțină hârtie meșterii chinezi puneau materialul într-o piuă de piatră, unde-l pisau cu apă până se obținea o pastă; din aceasta se turnau foile de „ci”. Pentru turnare se folosea o ramă alcătuită din fire de bambus și mătase, în care se punea putină pastă, apoi rama se scutura bine ca pasta să se întindă pe toată suprafața ramei. Procedând astfel, apa din pastă se scurgea și până la urmă se obținea o foaie de hârtie brută. Acum foaia trebuia doar uscată la Soare, apoi presată puternic, pentru ca să se îndrepte perfect.

Europa a cunoscut hârtia mult mai târziu, prin mijlocirea arabilor, care au preluat de la meșterii uzbeci din Samarkand secretul fabricării ei. Faptul s-a petrecut după anul 751, în urma luptei dintre trupele chineze și trupele califului arab, când arabii au luat prizonieri cunoscători ai meșteșugului hârtiei. Curând, pe la anul 900, arabii fabricau la Bagdad și Damasc hârtie ce ajunsese bine cunoscută și apreciată.

În anul 1100, prin intermediul arabilor cuceritori, meșteșugul fabricării hârtiei ajunge și în Europa. Acum apar „mori de hârtie” în Spania, Italia, Sicilia etc. Din aceste centre ele s-au răspândit în toată Europa.

Sistemele de lucru erau încă primitive, cu singura deosebire că morile ce măcinau pasta, precum și sitele pe care se întindeau foile de hârtie, nu mai erau acționate manual, ci hidraulic.

O dată cu folosirea tiparului în Europa, consumul de hârtie crescu foarte mult. Industria de hârtie ce se năștea făcu față acestor cereri inventând „cilindrii olandezi”, întrebuințați până în ziua de azi.

Sub impulsul cererilor mereu crescânde, tehnicienii au găsit mijloace din ce în ce mai perfecționate pentru producția industrială a hârtiei. Astfel, în anul 1799 tehnicianul francez Louis Nicolas Robert inventează mașina continuă „fără sfârșit”, care putea să producă foi de 16—20 metri lungime, late de un, metru, cu o viteză de câțiva metri pe minut. Cu timpul se ajunge la mașinile care fabrică hârtie neîntrerupt.

Consumul sporit de hârtie a impus o revizuire a izvoarelor de materie primă. Până în anul 1840 hârtia se obținea prin valorificarea diverselor

produse vegetale, cum ar fi câlții, cârpele vechi, precum și diverse plante ierbacee. Încă nu se descoperiseră procedeele chimice care permit fabricarea hârtiei și din alte materiale decât cele amintite mai sus. Varietatea materiei prime a permis francezului Piet să tipărească în anul 1775 o carte alcătuită din foi de hârtie obținută din 72 de plante diferite!

Anul 1840 aduce noutăți menite să ridice industria hârtiei pe o treaptă superioară: s-a reușit să se defibreze mecanic lemnul de brad. De atunci, fabricile de hârtie încep să utilizeze paste de lemn.

Un suflu înnoitor aduce în industria hârtiei și celulozei fabricarea pe scară industrială a celulozei, prin fierberea lemnului de brad cu reactivi chimici.

*
* *

Morile de hârtie au apărut în țara noastră prin veacul al XVII-lea, în Ardeal. În Muntenia existau astfel de mori încă din timpul domniei lui Matei Basarab. Date precise despre existența lor ne spun că în anul 1775 a fost ridicată o „moară de hârtie” pe malul râului Colentina, lângă București. Despre „morile de hârtie” din Moldova vorbește și Dimitrie Cantemir în „Descrierea Moldovei”. Prima industrie mecanică de hârtie de la noi a luat ființă în anul 1881 la Letea. După un an s-a ridicat fabrica de hârtie de la Bușteni, iar în anul următor fabrica de celuloză și hârtie de la Zărnești. Pe drept cuvânt putem spune, deci, că industria hârtiei este una din industriile cele mai vechi din țara noastră.

Primitive, „morile de hârtie” produceau puțin și cereau multă trudă muncitorilor, la împinsul bușteni lor, la manevrarea pârghiilor și mecanismelor. Hârtia produsă aparținea proprietarului și era menită fie să plece peste hotare, fie să intre în tiparele preselor mânăstirești.

Cartea bună, cartea cu învățăminte era rară. La sate uneori era chiar de prisos: cine s-o citească când mai toți erau analfabeți și semnau prin „punere de deget” pe o cruce trasă cu cerneală.

Muncind în condiții neomenoase, au trecut generații întregi prin fabricile de hârtie ale capitaliștilor români și străini. A venit însă 23 August 1944 și apoi naționalizarea, în 1948. În țară erau numai șapte fabrici de hârtie, cu utilaj învechit și productivitate redusă. Pornind la refacerea și dezvoltarea economiei naționale, muncitorii conduși de partid au reconstruit și reutilat vechile fabrici, au înălțat altele noi. Azi în fabricile de hârtie de la Bușteni, Bacău, Zărnești sau Piatra Neamț, nenumărate procese de producție sunt mecanizate.

Tot mai multă hârtie ia calea tipografiilor. De aici, de sub apăsarea preselor, pornesc în toate colturile țării milioane de cărți, ziare și reviste. Sunt hrana mintii. Analfabetismul a fost lichidat. Muncitorii și

țăranii citesc azi lucrări de specialitate, studiază pe marii dascăli ai proletariatului, sorb slova caldă a literaturii clasice și contemporane. Ziarul, folosind cele mai noi mijloace de transport, pătrunde în cătunele cele mai depărtate. Dar ca să se ajungă aici a fost necesar ca producția să crească zi de zi, să fie înălțate noi unități industriale.

Pentru a economisi lemnul de rășinoase. Ce se reface greu, industria de celuloză și hârtie este îndreptată tot mai mult spre materii prime economice: lemnul de foioase, stuful, paiele. De aceea în anii regimului democrat-popular plopul și salcia, în special din lunca Dunării, sunt folosiți în mod curent la fabricarea celulozei pentru hârtia de scris și de tipar. La Palas, lângă Constanta, a fost ridicată o fabrică care produce semicelulloză din paie.

Directivele Congresului al III-lea al P.M.R., prevăd sporirea continuă a producției de hârtie și celuloză. Astfel producția de hârtie va crește în 1965 de 2,9 ori fată de 1959, iar cea de celuloză de peste 4,5 ori. În vederea realizării acestor sarcini va fi pusă în funcțiune o fabrică de celuloză din paie, de celuloză sulfat, hârtie și saci la Suceava. Pentru creșterea producției de hârtie se vor construi până în 1965 fabrici cu o capacitate de circa 360 000 tone anual de celuloză și semicelulloză și circa 360 000 tone hârtie pe an. În felul acesta tara noastră va produce în viitor o mare cantitate de hârtie, la nivelul celor mai avansate tărî din lume.

La o fabrică de hârtie

Mașinile moderne reproduc, la un nivel superior, principiul și ideea sitei primitive a celor dintâi ateliere, unde se producea materialul destinat scrisului.

În principiu, pe sita mecanică a fabricii moderne, se toarnă pasta de celuloză, diluată cu apă și curățată de impurități. Din cauza vitezei de deplasare în sens longitudinal, precum și prin ușoara scuturare laterală pe care o suferă sita, fibrele de celuloză se așază, pierd cea mai mare parte din apă și formează o hârtie poroasă, asemănătoare pâslei, cu o rezistentă suficientă pentru a putea fi condusă printr-un sistem de prese și cilindri uscători, care o transformă în hârtie.

Să poposim la o fabrică de hârtie și să vedem cum se ajunge la produsul finit.

Vom urmări drumul a două stive de bușteni de brad – una care va servi la prepararea „pastei mecanice”, iar alta la fabricarea celulozei. Ambele vor da naștere, în cele din urmă, unei foi lungi de hârtie.

Bușteniii nici n-au apucat bine să „răsufle” după călătoria făcută din vârful muntelui până la fabrică. Aici fierăstraiele îi taie în bucăți de

aceeași lungime. După scurtare, butucii pornesc la descojit. De acum drumul butucilor se desparte: unii vor merge la defibrator ca să dea naștere pastei mecanice, iar alții la tocător, de unde mai departe se vor transforma în celuloză. Să-i urmărim pe cei dintâi.

Defibratorul este un fel de polizor, care mușcă din butuc fibră cu fibră, până ce nu mai rămâne nimic din el. Se obține astfel un rumeguș care cu apa formează o pastă. Aceasta se depozitează în rezervoare uriașe, așa-numitele pâlnii de decantare. În continuare pasta cu fibrele trece la separatorul de așchii; aici părțile mai mari de lemn sunt reținute. Se ajunge apoi la nisipar, unde rămâne nisipul și celelalte impurități ale pastei. De fapt ceea ce numim acum pastă este în realitate aproape numai... apă, deoarece doar 3% din pastă reprezintă substanță solidă. Dar, în sfârșit, dacă așa se numește...

Mergând mai departe, pasta trece prin sortator, unde mai pierde putină apă. În îngroșător ea începe să-și merite numele. Pasta îngroșată este depusă apoi într-o putină, unde așteaptă etapa următoare de fabricație, când se va transforma în hârtie.

Să ne întoarcem acum la butucii din care se va fabrica celuloza.

Lemnul este format din firișoare foarte subțiri și moi ca firele de vată, alcătuite din celuloză și hemiceluloză, lipite între ele cu un clei rezistent – lignina. Pentru fabricarea hârtiei este necesară numai celuloza. De a eea hem. Celuloza, „cleiul”, adică lig-nina și substanțele minerale, trebuie îndepărtate.

Separarea celulozei de ceilalți însoțitori nedoriți se face pe cale chimică. Lemnul cojit este tocat și fiert, împreună cu anumite substanțe chimice, până ce toți însoțitorii sunt dizolvați. Cum lignina este componentul cel mai nedorit, toate procedeele tehnice folosite pentru separarea celulozei se bazează pe proprietățile ligninei de a reacționa cu anumite substanțe chimice. După caracterul acestor substanțe, procedeele folosite se împart în: procedee acide, alcaline și procedee combinate (acido-alcaline) – fiecare întrebuințându-se în anumite condiții, în funcție de materia primă folosită. Dintre procedeele acide, procedeul cu bisulfit de calciu a căpătat o largă utilizare industrială.

Lemnul tocat se introduce în cazane mari, împreună cu leșia bisulfitică. După o fierbere de 18—20 de ore, timp în care hemiceluloza, lignina și ceilalți constituenți sunt dizolvați, se obține celuloza brută. Aceasta este diluată cu multă apă și purificată de nodurile de lemn neatacate, trecând-o prin site. Urmează operația de albire. Ea urmărește îndepărtarea completă a incrustaților și a substanțelor colorate din lemn. Pentru aceasta celuloza este pusă în niște bazine de beton și tratată cu soluții diluate de oxidanți (hipoclorit de sodiu sau de calciu). În continuare, celuloza albită este introdusă într-o mașină

presspat – un fel de mașină de fabricat hârtie, unde pierde apa și este transformată în foi rigide.

În felul acesta, pe cale chimică, folosind unul din procedeele amintite, se obține celuloza. Ea găsește utilizare atât la fabricarea hârtiei de bună calitate, cât și la fabricarea fibrelor artificiale, a maselor plastice, a lacurilor și vopselelor.

Întâlnirea dintre pasta mecanică și pasta de celuloză – în vederea fabricării hârtiei – are loc în holendru – „unealta diavolului”, cum o numeau meșterii secolului al XVIII-lea. Dar holendrul nu este numai locul lor de întâlnire: aici mai vin colofoniul (tot un produs obținut din lemn), silicatul de aluminiu, caolinul, coloranți etc.

Un vechi dicton al meșterilor producători de hârtie spune: „hârtia se face în holendru”. Și asta pe bună dreptate. Pentru că în holendru – un fel de turbină formată dintr-un cilindru cu șanțuri și palete mici, așezat într-o cameră specială – are loc cel mai important proces al fabricării hârtiei și anume: măcinarea fibrelor de lemn în prezenta apei și a substanțelor amintite mai sus.

După dozare și măcinare în holendru, pasta trece într-un rezervor, iar de aici la un aparat care o omogenizează. De acum încolo calea ei se apropie de sfârșit, pentru că va intra în mașina de fabricat hârtie, numită mașină cu sită lungă.

O astfel de mașină merită văzută. Pare o adevărată uzină, care se întinde de la un capăt la altul al marii hale de fabricație. Principalele ei părți sunt: cea pregătitoare, partea sitei, a preselor umede de uscare și partea de finisare.

Cum funcționează acest uriaș? Pasta de hârtie îngroșată de consistența unui aluat subțire, cade pe o sită care se rotește pe doi cilindri. În timp ce pasta este transportată, sita se scutură ușor, așa că apa din pastă se scurge. La sfârșit rămâne pe sită o foaie – nu-i putem spune încă de hârtie – ca o pâslă. De pe sită foaia e luată de doi cilindri înfășurați în postav, care o storc bine de apă. Dar asta nu e totul. Alți cilindri, mici și mari, supun foaia la diferite cazne, obligând-o să se subțieze până la grosimea necesară. Cu ei se termină faza umedă a fabricării hârtiei și începe faza uscată.

De acum foaia e luată în primire de alți cilindri. Aceștia o silesc să parcurgă sute de metri în sus și în jos prin toate cotloanele uriașei mașini. În sfârșit, foaia trece prin calandru – o mașină formată din cilindri așezați unul peste altul. El netezește, satinează hârtia dându-i luciul plăcut la pipăit. Ultima etapă din fabricarea hârtiei are loc la mașina care o înfășoară în suluri mari și o taie în bucăți de dimensiunile necesare.

Drumul hârtiei s-a terminat. Bușteni s-au transformat în suluri albe,

pe care mai târziu se va imprima slova tiparului.

Vizitând o fabrică de hârtie mulți ar fi înclinați să creadă că aici au de-a face mai mult cu procese mecanice decât cu procese chimice, că mâna chimistului intervine foarte puțin în viata hârtiei. E o aparență înșelătoare. Prepararea celulozei, a soluțiilor cu care se obține ea, a cleiurilor ce încleiază pasta – și pe care chimia le scoate adeseori tot din lemn – a coloranților, a substanțelor pentru albit, nu se pot face fără chimie. De aceea, pe bună dreptate, putem spune că prin valorificarea lemnului sub formă de hârtie chimia a pus la îndemâna omului încă o metodă eficace în lupta de zi cu zi spre mai bine.

Numai din lemn?

Dar hârtia se fabrică numai din lemn? Nu! Hârtia se poate fabrica din orice alt material vegetal care conține celuloză.

Astfel, se pot folosi pentru fabricarea hârtiei, în afară de lemn: stuful, paiele, puzderia de cânepă, bumbacul, deșeurile de la fabricile de extracte tanante, cârpele vechi și maculatura.

Să vedem cum sunt valorificate. Dintre aceste materiale, fără prea mare valoare până mai ieri-alaltăieri, cârpele și maculatura sunt deosebit de prețioase pentru industria hârtiei. Și iată de ce: hârtia de cea mai bună calitate, adică hârtia pe care se tipăresc bancnotele, documentele sau lucrările de artă se fabrică numai din zdrențe, din deșeuri de in, cânepă și bumbac.

Hârtia obișnuită, care se obține din transformarea lemnului, poate fi fabricată mult mai economic din hârtia veche, folosită, din maculatură, cum este ea numită. Dacă ați avut ocazia să vizitați o tipografie ați văzut acolo, desigur, baloturi de hârtie folosită care este adunată cu grijă și trimisă fabricilor; după înmuiere cu apă și decolorare ea este transformată din nou în hârtie nouă, bună de imprimat. Astăzi mai bine de 20% din hârtia produsă de fabricile de hârtie se obține prin prelucrarea hârtiei vechi.

Chimia, urmărind să valorifice cât mai intens toate produsele de origine vegetală, reușește, prin transformarea hârtiei vechi în hârtie nouă, să economisească țării mari cantități de lemn. Iată un exemplu edificator: fiecare tonă de hârtie veche, folosită drept materie primă pentru industria hârtiei, salvează de la distrugere un brad falnic în vârstă de 50 de ani. Putem spune deci, că știința eprubetei se dovedește iarăși un prieten al plantelor.

Dar, în legătură cu valorificarea maculaturii, o problemă care a preocupat mult timp pe cercetători a fost aceea a dispariției hârtiei. Măsurile de economie și de utilizare la maximum a deșeurilor a dus la

adunarea hârtiilor vechi de tot felul și la trimiterea lor din nou la fabricile de hârtie. Cercetătorii cunoscând câtă hârtie se fabrică și câtă se consumă, au calculat cam ce cantitate de hârtie veche trebuie adunată ca să se poată economisi lemnul și forța de muncă. Dar calculele lor au dat greș. O mare parte din hârtia veche, aproximativ trei sferturi din cantitatea pe care o arătau calculele, dispărea fără urmă. Misterul ce învăluia dispariția hârtiei a pus în încurcătură pe mulți cercetători, până ce biochimiștii și botaniștii au constatat că există în jurul nostru mari consumatori nevăzuți de hârtie: ciupercile. Acestea „devorau” cu plăcere hârtia veche. Unele ciuperci cultivate în laborator pe celuloză s-au arătat în stare s-o consume până la ultima picătură. Așa încât nu este de mirare că hârtia găsește repede amatori în lumea vegetală, care sunt dispuși s-o „întrebuințeze”.

După cum spuneam, la fabricarea hârtiei și cartonului nu se folosesc numai resturile de hârtie și de țesătură. Pentru economisirea lemnului de rășinoase, din care se fabrică în mod curent celuloza necesară hârtiei, chimiștii au introdus din ce în ce mai mult în industria celulozei și hârtiei alte materii prime fibroase. Acestea n-au fost utilizate până acum decât într-o măsură limitată și numai în cazuri speciale. Astfel, în afara lemnului de foioase se folosesc și plantele anuale ale culturilor cerealiere, cum ar fi paiele de grâu, de secară, de orez etc. În acest sens s-au făcut nenumărate încercări pentru a se găsi procedee cu ajutorul cărora să se poată fabrica economic celuloză din paie. Experiențele au dus la bune rezultate.

Astăzi cea mai mare parte a celulozei din paie se fabrică după procedeul sulfat. Procedeul constă în fierberea paielor cu soluție de sulfat neutru de sodiu. De asemenea se mai folosește procedeul continuu cu clor și alcali. El a căpătat o largă răspândire în țările bogate în sare și energie electrică, necesare preparării clorului și a sodei caustice pe cale electrolitică.

Pentru fabricarea pastei semichimice din paie se utilizează de câțiva ani și procedeul cu hidrapulper. Hidrapulperul este un aparat în care paiele introduse sub formă de balot suferă acțiunea combinată a soluției de fierbere și a mișcării de rotație.

Cele arătate mai sus nu epuizează însă nici pe departe mijloacele folosite pentru valorificarea celulozei din paie. Ele urmăresc să arate doar marea importantă dată paielor în industria celulozei și hârtiei.

Mergând pe calea valorificării paielor, la noi în țară a fost construită în anii regimului democrat-popular, la Palas, în regiunea Constanta, o modernă fabrică de semicelulоză. Ea folosește drept materie primă paiele și are întregul proces tehnologic automatizat. Anual prelucrează 30000 tone paie, transformându-le în peste 13000 tone semicelulоză.

Asta înseamnă că numai la Palas se face anual o economie de 20000 tone de lemn de rășinoase, care poate căpăta astfel întrebuințări mai înalte.

Semiceluloză din paie este folosită în special la fabricarea cartonului, a mucavalei, a hârtiei de ambalat etc. Datorită compoziției lor chimice, paiele dau celuloză foarte potrivită pentru fabricarea hârtiei pergaminate – a hârtiei impermeabile folosită la ambalat. Cercetările pentru fabricarea celulozei din paie nu s-au terminat. Ele continuă și fără îndoială ne vor aduce noi surprize.

În țara noastră privirile chimiștilor s-au oprit, printre altele, și asupra a două rezerve de materii prime: e vorba de scoaterea fibrelor de pe tulpinile de cânepă și de cojile rămase de la extracția tananților. Rezultatele sunt și aici promițătoare.

De la „cărțile de lut”, papirus și pergament au trecut mii de ani până ce omul a reușit să fabrice, în cantitate îndestulătoare, hârtia – material foarte util omului modern. Zilnic sunt necesare tot mai mari cantități de hârtie. Veți spune, și pe bună dreptate, că zi de zi apar tot mai multe cărți, tot mai multe reviste, tot mai multe ziare. Dar nu este acesta singurul motiv. Hârtia mai are încă multe „secrete”, mai bine-zis „rezerve” ascunse, necunoscute încă de om. În ultimul timp însă s-au găsit hârtiei noi și noi întrebuințări.

Chimiștii au făcut din ea hârtie care nu arde, și poate fi folosită pentru decoruri, perdele și chiar pentru confecționarea scrumierelor. Apoi, tot din hârtie, prin tratare cu lac de bachelită, au creat pertinaxul, material ideal pentru izolații în electrotehnică. Dar nu numai atât. Lipind foi de hârtie cu un clei special și apoi presându-le puternic, s-a ajuns la hârtia laminată, folosită la confecționarea aripilor de avion. Acestea sunt de două ori mai rezistente decât cele din aluminiu și-s mult mai ușoare.

Mințile iscoditoare ale inventatorilor au ajuns să creeze din hârtie lenjerie de pat, fețe de masă, șervețele, pahare, tacâmuri etc, mult mai ieftine și, bineînțeles, mult mai practice, fiindcă odată murdărite nu se mai spală, ci… se aruncă.

Iată numai câteva din noile întrebuințări ale hârtiei. Viitorul ne va aduce și alte surprize plăcute din partea acestui modest material, pe care adeseori nici nu-l băgăm în seamă.

O INDUSTRIE DULCE

Priviri înapoi

Înainte de a vedea cum au reușit oamenii să fabrice prima dată zahăr, vom răspunde la o întrebare. Au consumat oamenii dintotdeauna zahăr? Nu! În vechime dulcele necesar omului era dat de miere. Asta însă numai în Europa, pentru că unii locuitori ai Asiei cunoșteau și zahărul. Bineînțeles, nu sub forma celui pe care-l știm noi astăzi, ci sub formă de suc dulce, extras din trestia de zahăr.

Trestia de zahăr este cunoscută și întrebuințată din cele mai vechi timpuri în China și India. Ea se deosebește mult de aceea care crește pe marginea bălților noastre, fiindcă are tulpina plină și, mai ales, conține un suc dulce. Ţara ei de origine se crede că ar fi Bengalul. El se numea odată „Gur”, adică „țara dulce”.

Europenii au cunoscut trestia de zahăr acum vreo 2200 de ani, când ostașii lui Alexandru cel Mare ajunseseră prin India. Aci ei au rămas surprinși văzând copiii sugând din niște bucățele de lemn (care, de altfel, erau din trestie de zahăr). Deși „lemnul” acela dulce făcuse o adâncă impresie asupra cuceritorilor, trestia de zahăr n-a ajuns o dată cu ei în Europa..

Din țările Asiei, unde zahărul era la el „acasă”, caravanele îl aduceau pe drumul ce lega Asia de Europa, peste munții Caucaz, pe țărmul de nord al Mării Negre. Ajuns în Europa, zahărul era extrem de scump, așa că nu-i dădea oricui mâna să-l cumpere. Ba mai mult: se vindea numai la farmacii, fiind mai mult un leac decât aliment.

Prin secolul al IX-lea trestia de zahăr este introdusă în insulele Rhodos, Cipru, Creta și Sicilia. Din Sicii ia cultura trestiei de zahăr trece în insula Madera, adusă de portughezi în anul 1420, iar ceva mai târziu ajunge și în insulele Canare. Ambele insule devin acum principalii furnizori de zahăr ai nobililor din Europa.

Cum arăta o fabrică de zahăr în vechime? De la început trebuie spus că titlul de „fabrică” este prea pretențios pentru acele ateliere primitive unde se producea zahărul. La fel de primitive erau și metodele de lucru.

Trestia era tăiată în bucățele, stoarsă, iar zeama dulce fiartă în cazane așezate pe pirostrii, până se îngroșa. Atunci era turnată în niște forme țuguiate, unde zahărul se închega. Se căpăta în felul acesta „zahărul căpățâni”. Prea bun nu era zahărul căpățâni, pentru că nu era rafinat – nu trecuse prin mâna chimistului. Dar, ce conta asta? Era zahăr.

După descoperirea Americii trestia de zahăr trece Atlanticul și ajunsă în insulele Antile găsește o nouă patrie. Ea o primește cu brațele deschise, spre bucuria cuceritorilor spanioli și nenorocirea populației indigene, care avea să robească pe plantațiile de trestie de zahăr.

Clima caldă și prielnică din insulele Antile permitea trestiei să se

dezvolte în voie, așa că fabricarea zahărului ia un mare avânt. Numărul fabricilor de zahăr – dacă puteau fi numite așa – creștea mereu, dar produsul lor nu revenea poporului. Astăzi, când istoria a dezvăluit barbara exploatare a cuceritorilor porniți pe urmele lui Cristofor Columb, putem spune că palatele seniorilor din Madrid și Toledo au fost ridicate, printre altele, cu fabuloasele câștiguri realizate de pe urma vânzării zahărului.

Curând mai toate insulele cu climă caldă din America au fost plantate cu trestie de zahăr, iar stăpânii lor – francezii, spaniolii, portughezii și englezii – simțeau din plin gustul dulce al zahărului.

Dar zahărul putea fi și amar. În insulele Americii Centrale trestia de zahăr forma adevărate păduri, care creșteau aproape de la sine. Ca să scoți zahărul din ea trebuia s-o tai, s-o storci și să fierbi zeama, adică să concentrezi siropul dulce până ce apăreau cristalele lucitoare de zahăr. Cine putea face această muncă? Stăpânii pădurilor de trestie, nobilii? Nu, ei n-aveau asemenea îndeletniciri. Și apoi tăiatul trestiei, înaltă de 3—4 metri și groasă cât mâna, nu era o operație ușoară. Soluția a fost însă găsită: s-au folosit indigenii și apoi s-au adus sclavi negri din Africa. Despre viata acestor năpăstuiți, luați de pe marele continent african, s-au scris lucruri înfiorătoare.

Rodul alb al muncii oamenilor negri din America căpătase pe piața europeană un nume deosebit: zahăr colonial – venea doar din coloniile engleze, franceze, spaniole. Dacă dintr-o cauză oarecare importul de zahăr colonial se restrângea, în țările Europei apărea în mod firesc o criză de zahăr.

Astfel, pe la anul 1800, Napoleon, aflat în luptă cu englezii, vrând să lovească în comerțul acestora, instituie o blocadă a coastelor Europei. Acum corăbiile engleze ce veneau cu marfă din America nu mai pot acosta. Rezultatul? Mari pagube negustorilor englezi și, printre altele, o criză de zahăr în Europa.

Nesiguranța existentei zahărului din belșug în Europa a făcut pe mulți cercetători să se întrebe dacă nu există și alte plante care să conțină zahăr, și care să poată fi cultivate în condiții de temperatură mai puțin pretențioase. După studii îndelungate s-a văzut că sfecla poate lua locul trestiei de zahăr.

Chimiștii însă nu s-au adresat dintr-o dată sfeclei. Mai întâi au „întrebat” păstârnacul cât zahăr are în el; apoi au cercetat morcovii, guliile și napii. Toate plantele studiate s-au arătat improprii, deoarece conțineau o cantitate prea mică de zahăr și făceau nerentabilă operația de extragere.

În anul 1747 chimistul german A. S. Marggraf făcu Academiei din Berlin o comunicare, amintind lumea științifică că a reușit să extragă

zahăr din sfecla comună. Comunicarea ar mai fi putut sta mult și bine în arhiva Academiei dacă n-ar fi intervenit un elev al lui Marggraf, și el tot chimist, pe nume P. K. Achard. Peste vreo patruzeci de ani, în anul 1789, Achard făcu primele încercări practice pentru a extrage zahăr din sfeclă. Ba mai mult, construi o mică fabrică de zahăr. Avu însă ghinion – fabrica luă foc și arse înainte de a fi gata. Achard nu se descurajă. Câțiva ani mai târziu, în 1802, construiește o nouă fabrică, de astă dată în Silezia, destinată să prelucreze 700 kg sfeclă pe zi. În sfârșit, Achard își văzu visul cu ochii: în primul an fabrica produse 4 500 kg zahăr. Astăzi cantitatea aceasta este infimă, ea poate fi produsă de o fabrică modernă în numai 25 de minute, dar pentru vremea aceea era un adevărat record.

De problema obținerii zahărului și din alte plante decât din trestie s-au ocupat și cercetătorii ruși. În anul 1786 academicianul P. S. Pallas publică lucrarea „Descrierea și prezentarea plantelor din Rusia”, în care arată că zahărul poate ti extras și din sfeclă. Ceva mai târziu, chimistul K. S. Kjrhoff prezintă Colegiului de medicină mostre de sirop și zahăr cristalizat, pe care le-a obținut din păstârnac. Cel care a pus însă bazele tehnologiei fabricării zahărului în Rusia a fost chimistul T. L. Lovit.

Secolul al XIX-lea aduce primele fabrici de zahăr în Rusia. Astfel, în anul 1801, Esipov și Blankennagel au obținut primele 5 puduri de zahăr la fabrica din satul Nikolskol, guvernământul Moscova. În anul următor, tot ei au produs 300 puduri de zahăr la fabrica din Aliabaievo, guvernământul Tuia. Succesele înregistrate de fabrica din Aliabaievo duc la întemeierea multor fabrici de zahăr în Rusia.

Vorbind despre legătura dintre chimie și industria zahărului, profesorul M. V. Skoblikov, de la Universitatea din Petersburg, spunea în 1854: „Industria zahărului aparține acelor ramuri industriale care s-au născut și s-au perfecționat sub acțiunea celor mai noi realizări ale chimiei. Industria zahărului datorează acestei științe începuturile sale; cercetările și descoperirile ei, în ceea ce privește extracția zahărului din sfeclă, au făcut ca această industrie să se dezvolte repede... Și asta fără îndoială că este adevărat, pentru că dacă vom cerceta o istorie a industriei zahărului vom constata că toți pionierii ei au fost chimiști”.

*

* *

La noi, sfecla de zahăr a fost introdusă în cultură în anul 1877. În condițiile regimului burghezo-moșieresc ea a avut o soartă asemănătoare celorlalte culturi tehnice noi. Astfel, agrotehnica ei n-a fost studiată de nimeni, ci s-au copiat metodele folosite în regiunile din vestul Europei, regiuni cu condiții pedo-climatice diferite de cele din țara noastră.

Urmărind beneficii cât mai mari, fabricanții au impus consumatorilor din România un preț exagerat — unul din cele mai ridicate din lume. Până la eliberarea țării, marea masă a muncitorilor și țăranilor consuma o cantitate infimă de zahăr, cumpărându-l cu litra și suta de grame. Pentru țăran, zahărul era o „delicatesă” de zile mari.

Într-o broșură apărută în anul 1936 se arăta cum exploatau fabricanții pe cultivatorii de sfeclă. Astfel, din prețul de vânzare a zahărului 71,5% revenea fabricanților și numai 28,5% cultivatorilor, în timp ce în alte țări proporția era de 50% și 50%. Acest motiv, ca și importul de zahăr din străinătate, au determinat scăderea continuă a suprafețelor cultivate cu sfeclă de zahăr.

Zahărul este deosebit de important în alimentația omului. El face parte din categoria alimentelor numite energetice, deoarece prin arderea lui în organism se produce energie pentru funcțiile vitale. De altfel oricine știe că după o excursie obositoare câteva bucățele de zahăr te înviorează. Asta tocmai datorită calităților deosebite de care se bucură zahărul.

În trecut cele câteva fabrici, cu utilaj învechit și productivitate scăzută, produceau zahăr numai pentru aceia cu dare de mână. Regimul democrat-popular a dat și dă o atenție deosebită măririi continue a cantității de zahăr consumată în tară.

La plenara din 26—28 noiembrie 1958 tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej arăta că din 1938 și până în 1957 producția de zahăr a crescut continuu, ajungând de la 95100 tone la 185351. Cu toate acestea, datorită sporirii continue a consumului, mai eram încă obligați să importăm. Plenara punea ca sarcini de viitor creșterea producției de sfeclă la hectar, sporirea capacităților de prelucrare a fabricilor existente și ridicarea de noi unități industriale. Toate acestea aveau drept scop lichidarea importului, mărirea consumului de zahăr pe cap de locuitor și asigurarea unei însemnate cantități pentru export. În același timp tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej sublinia că până în 1964 trebuie să ajungem la un consum de zahăr de 20 kg pe cap de locuitor, față de 5,5 kg cât era în 1938.

Muncind cu avânt, sarcinile plenarei din noiembrie 1958 au fost duse la îndeplinire: agricultura a dat mai multă sfeclă de zahăr, iar muncitorii au ridicat noi fabrici, ca cele de la Bucecea, Luduș etc.

În Raportul prezentat la cel de-al III-lea Congres al P.M.R. Tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej arăta că sarcinile stabilite de plenara din noiembrie 1958 au fost realizate: producția de zahăr a crescut de două ori și jumătate în 1960 față de 1955. Directivele Congresului al III-lea prevăd pentru 1965 o producție de 460 mii tone zahăr, adică de aproape două ori mai mare decât în 1959. Toate acestea demonstrează grija partidului

și preocuparea permanentă pentru creșterea continuă a nivelului de trai al oamenilor muncii.

Pe drumul zahărului

Să pășim acum pe drumul ce duce la cristalele lucitoare de zahăr. Călătoria începe de la enormul șanț unde este depozitată sfecla și continuă cu procesul fabricației.

Un șuvoi de apă călduță aruncat cu putere de un hidromonitor, un adevărat tun de apă, duce sfeclele din șanț spre intrarea în fabrică. La „poarta" fabricii calea este închisă de un zăgaz. Acesta se ridică din când în când și lasă să treacă numai atâta sfeclă cât este necesară.

După ce au trecut de zăgaz, micile depozite de zahăr sunt ridicate printr-un mecanism în fabrică, și lăsate să cadă într-un fel de covată, despărțită în compartimente și străbătută de un ax lung cu brațe ce se învârt neîncetat. Aici sfecla este bine spălată.

Drumul ei continuă. Un elevator, un adevărat ascensor format din mai multe cabine, o urcă în podul fabricii. De aici se prăvălește uruind în gura larg deschisă a unui cântar automat, care înregistrează de fiecare dată cantitatea de sfeclă slobozită. De la cântar, printr-un jgheab, sfecla ajunge la o mașină care o taie în bucățele lungi, de forma unor tăiței. Aceștia sunt duși în mod automat la difuzoare, niște cazane mari, unde se face extragerea zahărului. Să ne oprim puțin aici.

Zahărul se găsește în celulele sfeclei. Ca să poată fi eliberat, trebuie deci să părăsească celula, să străbată membrana ei. Lucrul nu-i ușor, deoarece membrana este impermeabilă, ea nu permite substanțelor s-o străbată. Chimiștii au găsit însă o soluție pentru a elibera zahărul. Și soluția a fost... căldura. Încălzind tăieței de sfeclă la peste 60°C, albuminele din protoplasma celulelor se coagulează, pereții celulelor devin permeabili și zahărul poate părăsi „închisoarea", trecând în mediul înconjurător.

În difuzoare, deci, datorită căldurii, are loc trecerea zahărului din celule în apă. Se obține astfel o soluție de zahăr în apă, numită zeamă. Ea nu conține însă numai zahăr, ci și alte substanțe care-i dau un gust neplăcut. Printre ele se găsesc în special săruri de potasiu, acid oxalic, acid fosforic, substanțe organice albuminoide etc. Acum intervin chimiștii. Ei trebuie să scoată din soluția aceasta galben-verzuie cu miros de fiertură, cristale albe, imaculate de zahăr. Purificarea se face prin metode chimice, și constă în tratarea zemii cu lapte de var și bioxid de carbon. Purificarea cu lapte de var duce la coagularea și precipitarea substanțelor coloide din zeamă și la neutralizarea acizilor liberi.

Cu toate prefacerile suferite, zeama nu-i încă bună de concentrat, în

vederea separării zahărului. Ba mai mult: dacă mai înainte era dulceagă, acum nu mai este nici atât – a căpătat un gust greţos de leşie, din cauza laptelui de var. Îndepărtarea tuturor impurităţilor din zeamă se face cu bioxid de carbon. Operaţia aceasta poartă numele de saturare sau carbonatare. Ce se întâmplă în timpul saturării? Intrând în zeama tratată cu lapte de var, bioxidul de carbon reacţionează cu varul aflat în exces şi formează carbonat de calciu, insolubil, care precipită.

Acum zeama a devenit cenuşie şi tulbure. Trebuie filtrată. Filtrarea este operaţia prin care un lichid e silit să străbată un corp poros, ce reţine impurităţile. Ea se face cu aparate speciale, filtre-prese şi filtre mecanice.

În felul acesta, după purificare se capătă zeama subţire – un lichid limpede, slab gălbui, dulce, cu o concentraţie scăzută de zahăr. Pentru a obţine zahăr din această zeamă trebuie s-o concentrăm. Operaţia este asemănătoare aceleia făcute de gospodine când vor să „lege” zahărul pentru dulceaţă, cu singura deosebire că „zaharisirea” e aici necesară, pe când la obţinerea dulceţii este un accident nedorit şi evitat cu grijă. Ce se întâmplă în timpul concentrării zemii? Nimic altceva decât că „apa este trecută prin foc”, cu alte cuvinte este vaporizată până ce soluţia de zahăr se suprasaturează, iar zahărul începe să apară sub formă de cristale.

O experienţă simplă ne arată că un volum de apă nu poate dizolva decât o anumită cantitate de zahăr, surplusul de zahăr rămânând sub formă de cristale, adică nedizolvat. Pentru asta să luăm apă rece într-un pahar şi să adăugăm puţin zahăr – zahărul se va dizolva. Punând o nouă cantitate de zahăr, poate şi aceasta se va dizolva. Continuând, vom ajunge la un moment dat când zahărul nu se mai dizolvă. Spunem atunci că soluţia de zahăr în apă este saturată. Încălzind soluţia, surplusul de zahăr se va dizolva şi el. Lăsând-o să se răcească acesta va reapare sub formă de cristale. La fabricarea zahărului se aplică acelaşi principiu, mergând însă pe o altă cale, adică fierbând zeama până ce zahărul din ea nu mai poate fi ţinut în soluţie.

În fabrici există mai multe sisteme de îndepărtare a apei din zeama dulce ce conţine zahăr. Unele lucrează sub presiune, altele sub vid, iar altele combinând presiunea şi vidul în corpuri de evaporare (aşa se numesc aparatele unde se concentrează zeama). Pentru îngroşare zeama străbate în mod succesiv toate corpurile de evaporare, concentrându-se treptat. La ieşirea din ultimul corp ea are un conţinut de circa 60% zahăr şi poartă denumirea de zeamă grasă sau sirop concentrat. Din siropul concentrat se obţine, prin fierbere, aşa-numita masă-coaptă, iar din aceasta, prin centrifugare, zahărul tos, care după uscare şi răcire este ambalat şi ia drumul unităţilor comerciale.

Dar zahărul n-ajunge pe masa noastră numai sub formă de zahăr tos, ci și ca zahăr cubic. Există, oare vreo deosebire, în afară de formă, între zahărul tos și cel cubic? Există. Zahărul cubic e mai alb. Cum poate fi obținut un zahăr mai „alb ca albul zăpezii”? Prin rafinare. Pentru asta se dizolvă zahărul în apă, obtinându-se ceea ce se numește o „clersă de mare puritate”. Apoi, ca să se îndepărteze coloranții ce mai există, zahărul e tratat – nici mai mult, nici mai puțin – cu... negreală, adică cu o pudră de cărbune activat. Cărbunele activat, năzdrăvanul capabil să nu întineze cu nimic albul zahărului, ba mai mult, să-l facă mai alb ca înainte, se amestecă cu clersa, apoi clersa este filtrată. Din amestecul negru, urât la culoare, ce nu amintește cu nimic albul cristalului de zahăr, se obține apoi, după fierberea unei noi mase-coapte, după o nouă centrifugare, o presare în batoane și tăierea lor în bucăți de dimensiunile cerute, zahărul cubic, alb, frumos, strălucitor, care te îmbie să-l consumi.

Un sac fără fund

Multe din poveștile ce le ascultam la gura sobei în anii copilăriei aminteau de un sac năzdrăvan, dăruit de zâna cea bună, din care se putea scoate orice. Era nevoie doar să-ți dorești un anumit obiect, aooi să bagi mâna în sac și să-l iei.

Cam așa stau lucrurile și cu resturile de la fabricația zahărului, resturi care în urmă cu câțiva ani n-aveau o valoare prea mare. Astăzi chimia reușește să facă din ele un adevărat „sac fără fund”, din care se scot cele mai variate substanțe chimice.

Reziduurile provenite din fabricarea zahărului sunt: borhotul, adică tăieței de sfeclă epuizați, și melasa. Obișnuit, borhotul este folosit drept nutreț pentru vite. Chimiștii i-au găsit însă și o altă utilizare: fabrică din el pectina necesară industriei chimice și industriei alimentare.

La fel de valoroasă este și melasa. Până mai ieri melasa era utilizată în special ca îngrășământ agricol, dar timpul acesta a trecut. Astăzi ea nu mai este socotită un deșeu, ci un produs deosebit de valoros pentru industria chimică, deoarece cuprinde circa 50% zahăr, 20% substanțe nezaharoase organice, 10% substanțe nezaharoase anorganice și 10% apă.

Datorită marelui său conținut de zahăr, o însemnată cantitate de melasă este supusă tratamentelor pentru extragerea lui. Pentru aceasta se folosesc diferite procedee. În ultimul timp tehnica a pus la dispoziția omului o nouă metodă, care utilizează substanțele schimbătoare de ioni. Ea nu numai că permite extragerea zahărului și îndepărtarea

sărurilor din melasă, dar poate transforma melasa într-un sirop comestibil cu gust foarte plăcut, folosit în alimentație.

După eliminarea zahărului din melasă rămâne un lichid mai mult sau mai puțin dens, care conține toate substanțele nezaharoase, numit extract de melasă. Extractul a devenit o materie primă valoroasă, din care se pot scoate produse prețioase. Unii cercetători au emis chiar părerea că unele sectoare ale industriei melasei sunt deficitare și pot deveni rentabile numai dacă extractul este utilizat rațional. Făcând analiza chimică a extractului, se vede că afirmația de mai sus nu este de loc hazardată. El cuprinde săruri de potasiu, de sodiu, de calciu, de magneziu, de fior, de fosfor, de siliciu etc, apoi substanțe organice: acizi (aminoacizi, acid lactic, formic, glutamic, acetic, propionic, oleic, succinic, valerianic etc), glicerina, betaină, leucine, asparagină, tirozină etc. Din această sumară prezentare putem să ne dăm seama cât de valoros este extractul de melasă.

Glicerina se fabrică prin distilarea soluției rezultată după fermentarea alcoolică a extractului. Fierbând extractul concentrat cu acid clorhidric se obține clor-hidratul de betaină. După distilare în vid, decolorare cu cărbune activat și cristalizare, se capătă un produs farmaceutic. Acesta e folosit în pastile, fie singur, sub nume de „acidol”, fie cu adaus de pepsină. El constituie așa-zisul „acid clorhidric permanent”, folosit în cazurile de hipoclorhidrie gastrică. Din clorhidratul de betaină se mai poate obține și un praf pentru coacerea aluatului.

În afara produselor chimice amintite, din extractul de melasă se pot prepara acidul glutamic, leucina și isoleucina. Primul este utilizat în medicină, iar celelalte două în industria fermentativă pentru a mări conținutul de alcooli amilici.

Una din cele mai noi metode de valorificare a substanțelor nezaharoase organice ale extractului de melasă este fabricarea drojdiei furajere. În acest scop extractul este amestecat cu anumite substanțe și însămânțat cu drojdii. Acestea se înmulțesc rapid și dau un nutreț excelent pentru vite, după ce sunt centrifugate și uscate.

Zilnic cercetătorii descoperă noi și noi metode pentru valorificarea melasei, transformând-o într-o materie primă foarte apreciată.

PREFACERILE LEMNULUI

Cărbunele se poate fabrica

Pădurile acoperă cam un sfert din suprafața țării noastre: 6483000 hectare. În trecut ele au fost tăiate „ca-n codru” de capitaliștii români și străini. Lăsat fără pavăza sigură a arborilor, solul a început să fie spălat de ape. Au ieșit la iveală colții suri de stâncă, sterpi și nefolositori.

Puterea populară a luat măsuri hotărâte atât în ceea ce privește exploatarea rațională, cât și repopularea golurilor de pădure cu puieți. Astăzi exploatarea lemnului se face numai după considerente științifice, cu cadre bine calificate. În raportul prezentat de tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej la cel de-al III-lea Congres al P.M.R. se arată că refacerea și valorificarea cât mai înaltă a patrimoniului forestier este pentru noi un obiectiv principal.

Lemnul a constituit dintotdeauna o bogăție pentru om. Consumul lui a crescut și crește, cu toate că în multe domenii a fost înlocuit de mase plastice.

Care este cauza acestui fenomen? Răspunsul este simplu: lemnul găsește în fiecare zi noi și noi utilizări.

Una dintre acestea este piroliza lemnului sau – cum mai este denumită impropriu – distilarea uscată. Ea îi oferă omului manganul, substanțe chimice și gaze combustibile.

Dacă la început omul a atacat cu securea copacii pădurilor pentru a răpi codrului, palmă cu palmă, pământul necesar agriculturii, de la un timp una din menirile securii era să doboare arborii pentru a-i transforma în cărbune de lemn, în mangal. De ce oare? Pentru că fără mangal nu se putea topi fierul, iar fără acesta din urmă nu se puteau face uneltele necesare în lupta de zi cu zi cu natura.

Încă din timpurile de mult apuse, pe vremea anticilor egipteni, se folosea pe scară destul de largă piroliza lemnului în spații deschise, adică în instalații rudimentare menite mai mult să irosească lemnul decât să-l valorifice. Dar, așa rudimentare cum erau, ele furnizau suficient gudron pentru îmbălsămatul cadavrelor.

După sute și sute de ani romanii preparau în mod asemănător mangalul și gudronul. În insula Elba ei au tăiat în acest scop aproape jumătate din păduri. Lucrul nu trebuie să ne mire, pentru că legiunile romane aveau nevoie de oțel, iar oțelul nu se putea produce fără mangal. Apoi, așa cum povestește Pliniu cel Bătrân, gudronul era un material foarte apreciat, căci se ungeau cu el carenele vaselor cu care navigau romanii.

La început mangalul se producea în bocșe. Acestea reprezentau grămezi de lemn acoperit cu pământ, în care focul ardea mocnit, transformând treptat substanța vegetală în cărbune de lemn. Procedeul bocșelor încă n-a dispărut. Și astăzi în unele țări se mai fabrică astfel

mangalul. În acest scop pe o suprafață în formă circulară se așază lemnele cu un anumit rost, lăsându-se între ele spații de ardere. Grămada se acoperă cu frunze, iarbă, mușchi și pământ, apoi se dă foc. Când procesul de carbonizare s-a terminat, adică atunci când apa și substanțele volatile au fost gonite de căldură, grămada de lemne este acoperită cu pământ umed, pentru ca focul să se stingă în lipsă de aer. După răcirea mangalului bocșa este desfăcută, iar mangalul trebuie ales.

Carbonizarea lemnului în bocșe se face cu pierderi. De aceea, pentru locurile inaccesibile căilor de transport, s-au construit cuptoare mobile care înlocuiesc bocșele.

Aceste instalații portabile zise și „de pădure” – pentru că pot fi transportate chiar la locul unde se face exploatarea lemnului – sunt deosebit de utile. Ca orice instalație mai simplă nu poate valorifica subprodusele distilării, cum ar fi de pildă gudronul, apele acide, gazele, ce nu pot fi prinse în totalitatea lor, și care formează astăzi o bogăție poate tot atât de importantă ca și mangalul însuși.

Urmărind folosirea bogățiilor lemnului, tehnicienii au imaginat și construit instalații speciale care prind și valorifică aceste subproduse. Astfel au apărut aparatele și utilajul de uzină. Caracteristica lor constă în faptul că sunt fixe, au dimensiuni foarte mari și recuperează toate produsele rezultate la descompunerea termică a lemnului. Cele mai moderne instalații sunt cele cu funcționare continuă. Aici fabricarea mangalului nu se oprește niciodată: printr-o parte intră vagonetii cu lemn, iar prin cealaltă ies încărcați cu mangal.

Din atenția omului nu au scăpat nici deșeurile de lemn. Acestea pot fi supuse pirolizei în instalații speciale cu funcționare continuă. O astfel de instalație e formată dintr-o retortă de oțel, unde se introduce lemnul. Pe măsură ce el se transformă în mangal, cade spre partea inferioară a retortei, în zona de răcire. Gazele și vaporii ies din retortă pe la partea superioară și pătrund într-un răcitor unde părțile lichide se separă de gaze. Iată că nici deșeurile n-au scăpat de proba „focului”.

Dar ce se întâmplă în timpul încălzirii lemnului în vase închise? Substanța organică a lemnului suferă o descompunere termică, comportarea constituenților fiind diferită. Celuloza, de pildă, încălzită peste 170°C începe să se descompună, iar culoarea i se închide ajungând până la negru.

Totodată se nasc cantități mici de alcool metilic, acetonă, acid acetic, gudron, apă, metan, oxid și bioxid de carbon, etilena, iar ca produs principal solid rămâne cărbunele de lemn – mangalul. Lignina se descompune și ea, punând în libertate cantități mai mari de gudron și alcool metilic. Ca și celuloza, resturile rămase după plecarea

substanțelor volatile duc la formarea mangalului. Hemicelulozele și ceilalți constituenți secundari ai lemnului se descompun prin încălzire, dând naștere la diferite substanțe chimice foarte importante, cum sunt: furfurolul, alcoolul metilic, acidul formic, aldehida formică. Și o parte din carbonul lor contribuie la formarea mangalului. Dar despre aceste substanțe vom vorbi în cele ce urmează.

Lemnul „transpiră”

În timpul distilării lemnului, așa cum am văzut, se formează pe lângă mangal și o cantitate de gaze și vapori, care răcite duc la trei produși principali, ziși de distilare primară: ape pirolignoase, gudroane și gaze.

În instalațiile mici, substanțele degajate se separă imediat ce au părăsit retorta de distilare. Despărțirea lor se face prin răcire. Lichidul captat se strânge în vase numite decantatoare, unde gudronul se separă de apă datorită diferenței de densitate.

În instalațiile mari, unde se prelucrează cantități considerabile de lemn, despărțirea gudronului de apele pirolignoase are loc în aparate speciale. Pentru a scoate „la lumină”, din aceste ape, produșii prețioși necesari omului, chimiștii au imaginat diferite procedee. În general separarea lor se face în felul următor. Apele pirolignoase sunt supuse distilării și împărțite în fracțiuni alcoolice și fracțiuni acide. Acestea, la rândul lor, sunt din nou distilate, până ce se obțin produsele pure sau aproape pure.

Separarea fracțiunilor acide de cele alcoolice se face prin așa-numita dezalcoolizare. În ce constă ea? Într-o distilare fracționată. Dacă pășim în interiorul unei fabrici care prelucrează apele și gudronul de la distilarea lemnului putem vedea coloane uriașe ca niște turnuri de fortărețe, legate între ele printr-o țesătură de conducte – aceasta este instalația de distilare fracționată. Aici, în interiorul uriașelor turnuri, apele pirolignoase sunt încălzite și forțate să se separe în fracțiuni, cu puncte diferite de fierbere. Întâi este îndepărtat alcoolul metilic și alte câteva substanțe ce au plecat o dată cu el. În ape a mai rămas însă o substanță prețioasă: acidul acetic. Acesta poate fi separat fie prin extracție cu acetat de etil, fie prin neutralizare cu lapte de var și descompunere cu acid sulfuric.

Urmărind să valorifice cât mai bine produsele născute prin încălzirea lemnelor, chimia a făcut o simplificare: în loc să extragă acidul acetic printr-una din metodele arătate, fracțiunile acide sunt transformate în acetonă. Procedeul, denumit catalitic fiindcă are loc sub influența catalitică a pietrei de var, poate fi rezumat în câteva cuvinte: acidul acetic reacționează cu piatra de var dând naștere acetatului de calciu.

Apoi, prin încălzire, acetatul de calciu se descompune punând în libertate acetona. Dar, așa cum se întâmplă în multe procese chimice, acetona nu este singurul produs format în timpul procesului catalitic. De aceea, după o serie de operații, lichidul ce conține acetona și multe alte cetone superioare este supus distilării în vederea fabricării acetonei pure. Resturile rămase după îndepărtarea acetonei și a apei nu se aruncă – ele sunt foarte utile. Din ele se fabrică metil-etil-cetonă – un bun solvent care poate înlocui acetona – și parcetona, folosită de asemenea drept dizolvant sau pentru folosirea șelacului sintetic.

A mai rămas să vedem ce se poate scoate din gudronul negru cu miros caracteristic, nu prea îmbietor. Ca și ceilalți produși dinaintea lui, și el este supus unei distilări, menite să separe ultimele resturi de acid acetic și uleiurile de creuzot. Din acestea, tot prin distilare, se obțin trei fracțiuni: una bogată în fenoli, alta în guaiacol, iar a treia în cresoli. Fenolul are diferite întrebuințări în industria chimică, iar în medicină servește ca antiseptic. Guaiacolul este cunoscut de toți aceia ce au avut o răceală mai serioasă, și au trebuit să-l suporte întins cu un tampon de vată pe spate sau pe piept, sub formă de tinctură de guaiacol. Crezolii au nenumărate utilizări, printre care se numără și impregnarea traverselor de cale ferată. Reziduul rămas în vasul de distilare, după „fuga tuturor componenților volatili”, formează smoala, folosită drept combustibil sau liant pentru brichetarea prafului de cărbune.

Cele câteva produse principale amintite aici nu sunt însă singurele bogății chimice căpătate în urma pirolizei lemnelor. Lista este mult mai lungă. Noi ne vom opri însă aici.

Cărbunele salvator

Mangalul sau cărbunele de lemn are diverse întrebuințări. În trecut omul îl folosea exclusiv pentru fabricarea fierului, deoarece este un cărbune lipsit de sulf și are o mare putere calorifică. Astăzi el a căpătat o deosebită importanță în industria chimică, mai ales sub formă de cărbune activat, adică de cărbune capabil să „înghită”, să rețină mari cantități de gaze, vapori sau coloranți.

Ca să ne dăm seama de marea utilitate a cărbunelui de lemn, să amintim de faptul că el a salvat zeci de vieți omenești în timpul primului război mondial imperialist. La 22 aprilie 1915, soldații kaizerului au început războiul chimic. Ei au folosit atunci, pentru prima dată, clorul împotriva soldaților francezi. Peste vreo patruzeci de zile, la 31 mai 1915, imperialiștii germani au folosit și pe frontul ruso-german gazele toxice.

Atacul neașteptat al Germaniei cu gaze toxice, lacrimogene, vezicante etc, i-a găsit pe adversarii ei complet nepregătiți. În tranșeele învăluite de norii aducători de moarte soldații piereau sau, în cazul când reușeau să iasă din zona gazată, rămâneau nenorociți pe viață. Știința trebuia să acționeze, și intervenția ei s-a făcut simțită prin apariția primelor măști anti-gaz. Primele măști fabricate în Occident nu se dovediră capabile să rețină gazele și să pună la adăpost viața soldatului. În timpul acesta se făceau studii serioase și în Rusia, unde savanți cu renume mondial căutau să salveze viețile fraților lor de pe front. Unul dintre aceștia era și chimistul Nikolai Dmitrievici Zelinski, care avea să devină mai târziu membru al Academiei de Științe a U.R.S.S.

Nu mult timp de la începerea lucrărilor în această direcție, Zelinski și colaboratorii săi inventează o mască care folosea drept substanță pentru reținerea gazului mangalul de mesteacăn. Dar reprezentanții forțelor armate n-aveau încredere în descoperirea lui Zelinski. E o descoperire prea simplă. Auzi! Să folosești mangalul contra gazelor! După multe discuții, în februarie 1916, cinci măști anti-gaz, confecționate după metoda lui Zelinski, sunt trimise la Londra pentru a fi cunoscute de aliați. Aici măștile au fost primite și mai rău. Nici mai mult, nici mai puțin, englezii au crezut că rușii vor să-și bată joc de ei, trimițându-le niște măști în care nu se găsea decât cărbune de mesteacăn. În sfârșit, după multe explicații și încercări s-a verificat că masca lui Zelinski satisface toate cerințele și întrece cu mult în calitate toate celelalte propuneri. Cărbunele de lemn se dovedise un aliat prețios în lupta contra gazelor toxice.

Însușirea cărbunelui de lemn de a absorbi mari cantități de gaze este cunoscută demult, încă de pe vremea chimistului englez Scheele, care a observat pentru prima dată fenomenul.

Ca să putem înțelege cum reușește cărbunele de lemn să „înghită” cantități foarte mari de gaze, trebuie mai întâi să aflăm ce este adsorbția. Spre deosebire de absorbție, care înseamnă atragerea sau pătrunderea unei substanțe înăuntrul alteia (ca apa într-un burete sau cerneala în sugativă), adsorbția este fenomenul care se referă doar la stratul subțire dintr-o substanță ce rămâne „agățată” la suprafața alteia. Dat fiind că este pur și simplu un efect de suprafață, ea se observă cel mai bine la substanțele fin divizate sau foarte poroase, cum este de pildă cărbunele de lemn activat, adică preparat în mod special. În felul acesta cărbunele capătă o suprafață extrem de mare – un gram putând atinge chiar 1000 de metri pătrați!

Dar utilizarea cărbunelui activat nu se rezumă numai la exemplul dat. Tehnica modernă i-a găsit și-i găsește zi de zi noi întrebuințări.

Astfel, așa cum am văzut, cărbunele activat este folosit pentru decolorarea zahărului, apoi în industria chimico-farmaceutică și în mai toate laboratoarele de chimie. O utilizare interesantă capătă cărbunele activat în tehnica vidului!

În tuburile electronice, precum se știe, nu trebuie să existe aer. Motivul? Pentru că oxigenul din aer este cel mai crunt dușman al metalelor. Și cum în interiorul tuburilor electronice se află un firicel de metal numit filament, care se încălzește până la 2000°C, este ușor de înțeles că dacă în tub există aer, deci și oxigen, acesta se va combina imediat cu metalul incandescent și tubul se va strica. Dar mai este un motiv: moleculele gazelor ce formează aerul împiedică electronii emiși de filament să călătorească nestânjeniți prin câmpul electric al tubului.

Cum reușesc tehnicienii să realizeze vidul de care avem nevoie? Întâi scot aerul din vasul sau tubul ce trebuie vidat, cu ajutorul unei pompe mecanice. Când pompa nu mai poate scoate niciun pic de gaz, introduc în vas o mică cantitate de cărbune activat. Acesta, nesățios, începe să „înghită” în labirintul lui de pori și șănțulețe mai toate moleculele gazului rămas. Astfel se obține o rarefiere de o sută de ori mai mare decât cea realizată de pompe.

În ultimii ani, cărbunele activat a căpătat întrebuințări noi. Se utilizează, de pildă, la fabricarea penicilinei și a unor agenți antibiotici similari. Penicilina este produsă, după cum se știe, de unele mucegaiuri. După ce cultura mucegaiului este terminată, în mediul unde s-a dezvoltat mucegaiul se găsește penicilina, dar în concentrații foarte mici. O metodă pentru separarea penicilinei pure întrebuințează cărbunele cu indice de activitate și puritate foarte mare. După aceea, penicilina se extrage ușor din cărbune, cu ajutorul unui solvent ales cu grijă. În ultimul timp s-au făcut experiențe și în vederea găsirii unei metode pentru concentrarea anumitor hormoni prin procedee similare.

Cărbunele activat este folosit în unele cazuri pentru recuperarea vaporilor din aer. Caroseriile automobilelor, de exemplu, sunt vopsite în încăperi special construite, unde aerul este continuu evacuat prin niște conducte. Vopseaua fiind preparată cu un solvent volatil, acesta s-ar pierde în aer, prin evaporare, dacă n-ar interveni… cărbunele. De aceea aerul îmbibat cu vaporii acestui solvent este trecut prin straturi de cărbune, care absoarbe în mod selectiv vaporii. Când se ajunge la limita capacității de adsorbție, solventul este recuperat suflând vapori de apă prin cărbune. Vaporii iau cu ei solventul revolatilizat și-l duc într-un condensator, unde se reîntorc în formă lichidă. Dacă solventul nu se poate amesteca cu apa, el poate fi separat ușor prin extragerea stratului de solvent; dacă se amestecă, va fi separat prin distilare.

Iată câteva din utilizările de-a dreptul miraculoase ale cărbunelui de

lemn.

Întrebări și răspunsuri

Vrând parcă să arate că pădurile munților au bogății inepuizabile, chimiștii au valorificat și rășina coniferelor. Ea este o secreție eliminată pentru a vindeca rănile de pe trunchiul arborilor. Rășina proaspăt secretată se prezintă sub forma unei mase vâscoase de culoare deschisă, care se întărește după un timp, în contact cu aerul. În medie, după specia de rășinoase din care provine, rășina este alcătuită din 15—30% ulei de terebentină și 70—85% colofoniu – substanțe folosite în industria lacurilor și vopselelor, a hârtiei, a cauciucului, a săpunului, a produselor farmaceutice, a insecticidelor, precum și în sinteza chimică organică.

Ca să aflăm amănunte asupra rășinii coniferelor, vom apela la un chimist, la un botanist și la un inginer economist.

Întrebându-l pe chimist ce este, din punct de vedere chimic, rășina? — am primi următorul răspuns: este un amestec de diferite substanțe chimice dizolvate într-un ulei volatil. „Substanțele chimice” dizolvate în ulei formează colofoniul. Iar solventul este uleiul de terebentină.

Continuând cu întrebările, am afla că uleiul de terebentină – sau pe scurt terebentina – este un amestec de hidrocarburi din seria terpenelor, cu formula brută $C_{10}H_{16}$. La rândul său, colofoniul este tot un amestec, dar de astă dată de acizi rezinici. Alături de acizii rezinici se mai întâlnesc și alte substanțe chimice, bineînțeles în cantități mici, cum ar fi: acidul acetic, acidul formic, acizi grași cu compoziție chimică complicată etc.

Solicitând pe botanist să ne spună și el ceva despre rășină, aflăm lucruri la fel de interesante. Rășina se găsește în canalele rezinifere sau canalele cu rășină ale arborelui. Ele sunt așezate atât orizontal, în lungul arborelui, cât și transversal, în direcția razelor medulare. Canalele longitudinale și transversale sunt așezate întrețesut, ca o împletitură, așa că alcătuiesc un sistem unic. Din aceste canale rășina iese în exterior în cazul că arborele este rănit.

Cum ia naștere rășina în plante?

Studiile de laborator au arătat că principalele substanțe din țesutul vegetal care dau naștere la rășini sunt zaharurile și unele materii grase. Schematic lucrurile s-ar putea petrece în felul următor. În celulele vegetale se găsește celuloză, amidon, zaharoză și alte substanțe. Printre ele se află și materii grase sub formă de acizi grași. Cum nu s-a observat niciodată, oricât de intens s-ar produce rășina, o dizolvare a

membranei celulozice a celulei, s-a tras concluzia că celuloza nu poate da naștere rășinii. Lucrurile nu par însă să stea la fel și în ceea ce privește amidonul. Acesta, sub acțiunea unor fermenți, s-ar putea transforma într-o substanță intermediară, care la intervenția altor fermenți s-ar oxida, formând o substanță acidă. La sfârșit, unindu-se cu o parte din substanța intermediară, aceasta dă naștere acizilor rezinici.

Terpenele ar rezulta pe aceeași cale, tot sub acțiunea fermenților, în urma scoaterii oxigenului din substanța intermediară, pentru a fi folosit în procesul de formare a acizilor rezinici. Terpenele s-ar putea forma, de asemenea, pornind de la substanțele grase ale celula vegetale.

Inginerul economist, specializat în domeniul colofo-niului și terebentinei, ne dă amănunte asupra producției și dezvoltării industriei rășinilor. Colofontul este un produs deosebit de căutat. De aceea producția mondială se ridică anual la circa 1000000 tone, pe lângă care se obțin ca subprodus și 200000 tone terebentină. Principalele producătoare de colofoniu sunt, în primul rând, țările bogate în păduri de conifere: Uniunea Sovietică și Statele Unite ale Americii, apoi Franța, Portugalia și Grecia.

În ultimii ani a luat naștere și la noi în țară o industrie proprie producătoare de colofoniu și terebentină. Crearea tinerei industrii de colofoniu la noi a fost îngreunată de faptul că metodele clasice utilizate în străinătate pentru prelucrarea rășinii nu se pot aplica substanței colectate din pădurile noastre de molid, brad și pin. De aceea chimiștii români au descoperit noi metode de fabricație, adecvate rășinii din țara noastră.

Obișnuit, rășina brută se obține prin „gemare”, adică prin crestarea scoarței și îndepărtarea unor părți din coaja arborilor, formându-se canale, pentru scurgerea rășinii. Metoda se aplică în special unor varietăți de pin, cum ar fi Pinus sylvestris și Pinus maritima. Aceștia sunt rari la noi în țară. Molidul și celelalte conifere, care se găsesc în masive compacte, nu rezistă inciziilor.

Ce se putea face în situația aceasta? Să se folosească rășina brută, colectată de pe coaja arborilor și provenită din scurgeri naturale, precum și cioturile conifere rămase în parchetele de exploatare!

Sarcina chimiștilor români, de a scoate colofoniu din aceste materii prime, nu a fost de loc ușoară. În primul rând rășina colectată de pe arbori are un conținut mare de impurități, care îngreunează extragerea. Apoi, s-a constatat că rășina brută cuprinde și o importantă cantitate de rășină oxidată, care nu se dizolvă în solvenții obișnuiți – benzină – ci în alcool industrial, acetonă, eter etc.

Rășina oxidată sau colofoniul oxidat, cum este numită în industria rășinii, a fost considerată mult timp ca un produs fără valoare

industrială. Chimiștii români au arătat însă contrariul. Astfel, la fabrica de săpun „Stela” din București s-a obținut din colofoniu oxidat și acizi naftenici „colonaftul”, un produs cu excelente calități de saponificare, folosit în industria săpunului. Alte încercări au arătat că se poate folosi cu succes colofoniul oxidat la regenerarea cauciucului uzat.

Solvenții la lucru

Rășina coniferelor a fost strânsă. Oricât de atent ai privi-o, nu ți-ar veni să crezi că așa cum se prezintă ea, sub forma unei mase sticloase, ar putea conține, pe lângă partea solidă, și o parte lichidă. Și totuși, cu ajutorul solvenților, din rășina solidă se extrage, pe lângă colofoniu, și un lichid uleios cu miros caracteristic – terebentina.

Cum se fabrică colofoniul și terebentina?

Obținerea acestor produse din rășina provenită prin incizii este în general simplă: rășina brută se topește în vase speciale; terebentina este antrenată cu vapori de apă, iar în vas rămâne colofoniul.

Pentru tara noastră, care nu posedă conifere ce ar putea fi supuse „gemării”, procedeul acesta nu este bun. Rășina colectată de pe copaci conține putină terebentină, dar o mare cantitate de impurități și de colofoniu oxidat. Dacă s-ar supune această rășină încălzirii și antrenării cu abur, în loc de terebentină și colofoniu, am căpăta la sfârșitul operației o masă tare, care abia s-ar scoate din vasul de distilare, și asta numai cu toporul!

Dar chimiștii au venit de hac – cum se spune – îndărătnicei rășini colectată de pe arbori. Pentru asta ei au apelat la solvenți, procedeul folosit fiind numit „prin extracție”. În general, prelucrarea rășinii brute prin procedeul extracției cuprinde patru operații succesive: purificarea rășinii, antrenarea terebentinei, dizolvarea colofoniului și distilarea soluției de colofoniu. La noi în tară chimiștii au găsit cu cale că prima operație – purificarea rășinii – poate fi înlăturată, simplificând astfel procedeul.

Numai într-o fabrică unde se produc colofoniul și terebentina vom afla „secretul” obținerii lor. Mai întâi rășina brută este introdusă în extractor – așa se numește vasul în care solventul acționează asupra rășinii. După ce este închis ermetic se dă drumul aburului prin niște țevi, până ce rășina se topește. Atunci se introduce în extractor abur. El antrenează vaporii de terebentină, și-i duce prin niște țevi răcite. Aici aburii se transformă în lichid, și cad într-un vas florentin, unde datorită densității terebentina brută se separă de apă.

Ce se întâmplă însă cu reziduul rămas în extractor? Se aruncă? Nu, din el se fabrică colofoniul. Când antrenarea terebentinei s-a terminat,

operatorul chimist închide robinetul ce face legătura extractorului cu răcitorul și vasul florentin, și deschide un altul prin care trece solventul – benzina de extracție. Ea scoate colofoniul din rășină. Reziduul rămas în extractor nu se aruncă nici el, ci e folosit la fabricarea colofoniului oxidat. Pentru asta se introduce un nou solvent în extractor – de astă dată alcool metilic – și se face o nouă extracție, după care soluția obținută este distilată ca să se recupereze solventul și să se capete colofoniul oxidat.

Astfel se obține terebentina și colofoniul brut.

Terebentina este închisă la culoare și n-are mirosul său caracteristic, datorită diferitelor substanțe conținute, cum ar fi: produse de oxidare, de deshidratare, de izomerizare, resturile de solvent etc. Ca să se capete terebentina pură, aceea pe care o cunoaștem cu toții, deschisă la culoare și cu miros plăcut, aromatic, trebuie supusă purificării. Purificarea – operație cunoscută și sub denumirea de rectificare – se face prin tratare cu substanțe chimice și prin distilare.

Colofoniul brut, așa cum se capătă după distilare, cuprinde pe lângă acizii rezinici și o mare cantitate de alte substanțe ce-i dau o culoare brună. Ori unul dintre criteriile după care se judecă calitatea colofoniului este tocmai culoarea. De aceea chimiștii au căutat procedee și pentru purificarea – rafinarea lui, cum se mai spune în tehnică. Rafinarea se face cu solvenți selectivi, prin distilarea în coloane cu vid sau prin tratare cu decoloranți.

Solvenții și-au făcut datoria. Ei pun la dispoziția omului colofoniul și terebentina. Dar n-am aflat încă totul despre aceste substanțe. Oamenii de știință au descoperit noi surse de materii prime pentru fabricarea colofoniului și terebentinei.

Noi materii prime

Chimiștii și-au spus că rășina colectată prin incizii și de pe arbori nu este suficientă ca să acopere ne-voile industriei. Și n-au avut odihnă până ce n-au găsit și alte surse de materii prime. Astfel, după multe experiențe, ei s-au oprit asupra cioturilor rămase la exploatarea parchetelor de conifere și asupra leșiei bisulfitice rezultată ca deșeu la fabricarea celulozei din lemnul coniferelor.

Poate că unii cititori își închipuie că noile surse de materii prime n-au o prea mare importanță. Adevărul este însă altul. Cioturile, de pildă, pot furniza cantități de colofoniu și terebentină mult mai mari decât rășina obținută prin incizii sau cea colectată de pe trunchiul arborilor. De aceea în țările unde exploatarea lemnului de conifere se face pe scară largă, și în special în U.R.S.S., pe lângă exploatările forestiere se

creează ca anexă și o industrie chimică în vederea fabricării colofoniului și terebentinei. Din cioturi, colofoniul și terebentina se pot extrage cu solvenți sau prin piroliză (distilare uscată).

După tăierea arborilor, cioturile rămase sunt scoase din pământ cu ajutorul explozivilor și transportate la fabrică, unde se face extracția cu solvenți ai substanțelor rășinoase. Să urmărim calea valorificării acestei materii prime vegetale.

Din depozitul unde au fost strânse, cioturile sunt duse de un transportor la spălător. În continuare sunt măcinate și introduse într-o serie de extractoare grupate în baterie. O asemenea baterie este formată din 14 extractoare – 10 dintre ele fiind continuu în lucru, iar 4 în fazele de recuperare a solventului, descărcare și încărcare. Solventul, trecând prin fiecare aparat, extrage rășina. Soluția căpătată este distilată de câteva ori, până se separă solventul de colofoniu și terebentină.

Dar colofoniul și terebentina mai conțin încă o serie de substanțe chimice care scad calitatea produselor, așa că se face și purificarea lor. Distilând terebentina brută, pe lângă produsul principal – terebentina – se obțin și alte substanțe chimice ca: parametandi-penten, alfa-pinen, alfa-terpineol etc, folosite în industria chimică de sinteză, în industria parfumurilor, a medicamentelor etc.

Resturile lemnoase rămase de la extracție nu se aruncă. Ele pot îi folosite drept combustibil sau ca materie primă pentru alte industrii chimice, cum ar fi, de pildă, la fabricarea celulozei sau pentru hidro-liză, când se obține furfurol și alte substanțe.

Piroliza a fost al doilea procedeu folosit de chimiști pentru fabricarea colofoniului și terebentinei. În principiu, procesul tehnologic nu diferă de cel utilizat la fabricarea mangalului și a celorlalte produse chimice. Există însă și o deosebire. Anume, piroliza cioturilor este condusă cu mare atenție, separându-se la anumite temperaturi ale pirolizei atât terebentina, cât și o parte din colofoniu.

În prima fază a pirolizei sunt captate în special apa, terebentina și colofoniul. În faza finală se întețește focul de sub retortă. Acum are loc piroliza lemnului; acesta transformându-se în mangal, degajă totodată o serie de produse, cum sunt apele acide, gudroanele, uleiurile de colofoniu etc.

Toate produsele obținute în urma pirolizei cioturilor de rășinoase sunt întrebuințate în industrie după ce, bineînțeles, sunt separate unele de altele. Astfel, terebentina e separată de ceilalți însoțitori și apoi rectificată, folosind procedeele obișnuite. Uleiurile grele de colofoniu au diferite întrebuințări în industria lacurilor și vopselelor, a cernelurilor tipografice etc.

Aventurile cioturilor din pădurea de răşinoase s-au terminat. Desigur, cititorii s-ar putea întreba dacă valorificarea răşinii din cioturi este rentabilă la noi în tară. Cercetătorii răspund la această întrebare prin cifre, a căror semnificaţie este înţeleasă de oricine. Iată: din exploatările curente se pot scoate circa 350000 tone cioturi, iar din exploatările mai vechi câteva milioane de tone. Ce reprezintă aceste cifre? mii de tone de produse necesare atât industriei chimice interne, cât şi exportului.

La fabricarea celulozei după procedeul cu sulfat rezultă şi o serie de produse secundare, produse ce pot fi separate şi utilizate. Printre acestea se numără şi terebentina, bineînţeles când celuloza se fabrică din lemnul coniferelor. Astfel, în timpul preparării unei tone de celuloză se obţin şi circa 7 kg terebentină, cantitate care strânsă cu grijă zi de zi acoperă o parte din necesarul industriilor chimice.

Şi frunzele se valorifică

Omul a valorificat nu numai tulpinile şi cioturile brazilor, ci şi frunzele. Frunzele bradului, molidului, pinului, zadului, ienuperului sunt o sursă importanta de uleiuri eterice, ceară vegetală, substanţe vitaminate, zaharuri, gume, răşină, clorofilă etc.

Scoaterea şi separarea acestor produse se face într-o instalaţie specială, în trei faze principale. Mai întâi, se antrenează cu abur uleiul volatil, apoi se face extracţia cu apă şi în cele din urmă extracţia cu solvenţi. Industrial lucrurile se petrec în felul următor: Cetina, adică frunzuliţele verzi în formă de ace ale coniferelor, e introdusă într-un extractor – un cazan metalic prevăzut în interior cu un coş special pentru cetină, şi cu o conductă de abur – unde are loc extragerea substanţelor. Când apa din extractor a început să fiarbă, vaporii pornesc la drum antrenând cu ei şi uleiul volatil din cetină. În drumul lor întâlnesc un refrigerent unde se condensează. Totodată se realizează atât antrenarea uleiului volatil din cetină cât şi extragerea cu apă a substanţelor solubile. După un timp, în care aburul ia cu el tot uleiul volatil din cetină, se opreşte introducerea lui, se elimină apa din extractor provenită prin condensarea aburului şi se introduce benzină de extracţie. Menirea ei este să dizolve cerurile şi răşinile. În continuare se introduce în extractor alcool industrial. Acesta scoate din cetină clorofila şi răşinile oxidate.

Cetina verde a arborilor poate furniza omului şi... lână. Bineînţeles, că nu este vorba de lână obişnuită, ci de un material special numit aşa de tapiţeri. Pentru asta, după uscare cetina este trecută printr-o sită, care îndepărtează bucăţile de lemn; apoi frunzele căpătate sunt folosite

în tapițerie pentru umpluturi sub numele de „lână de lemn”.

Chimiștii i-au întrecut însă pe tapițerii inventivi. Ei au găsit că cetina rămasă după extragerea prețioaselor substanțe chimice este un material foarte bun pentru hidroliză. De aceea putem spune că resturile cetinei verzi pot da în afară de „lână”, cu ajutorul hidrolizei, și zaharuri fermentescibile, furfurol etc. — substanțe deosebit de valoroase în industria chimică.

Să revenim la soluțiile cu substanțe extrase din cetină și să recapitulăm. Așadar, din extractor se obține extractul apos, uleiul volatil și extractul cu benzină. Extractul apos este bogat în acid ascorbic (vitamina C), substanțe tanante, gume și zaharuri. Separarea vitaminei C din extract este destul de dificilă din cauza multor substanțe dizolvate în extract. De aceea nu se prepară vitamina C pură, ci unele produse vitaminate, folosite în consumul alimentar și în industria farmaceutică. Pentru aceasta extractul apos este concentrat în vid la o temperatură scăzută, ca să nu se descompună vitamina C.

Uleiul volatil – frumos mirositor din cauza acetatului de bornil – este un amestec de diferite terpene, cum ar fi: pinen, limonen, camfen și silvestren. Uleiul are o utilizare variată, fiind folosit în industria medicamentelor, a parfumurilor, la fabricarea camforului sintetic etc.

Extractul cu benzină conține colofoniu, colofoniu oxidat și ceruri. Cerurile cuprind o serie de substanțe estolide, deosebit de valoroase, deoarece sunt întrebuințate la obținerea unor plastifianți căutați.

Iată ce poate scoate chimia din frunzișoarele acelea verzi, podoabă a pomilor noștri de iarnă.

Asaltul ligninei

Dacă problema celulozei a căpătat o rezolvaie practică din partea chimiștilor, care au reușit să fabrice din ea fel de fel de produse, nu același lucru s-a întâmplat și cu lignina – celălalt component al lemnului. Cauza? Nu se cunoștea compoziția ei chimică! Până în ultimul timp se părea că „secretul” ligninei va putea fi cu greu dezvăluit. De altfel, el nu e nici astăzi pe deplin cunoscut. Totuși nu este departe ziua când lignina își va pleca docilă capul în fața eprubetei chimiștilor.

Semnalul „asaltului” a fost dat de chimiști. Ei nu concepeau ca o cantitate însemnată de substanță organică să fie categorisită sub numele de deșeu. Asta cu atât mai mult cu cât lignina cuprinsă în lemn reprezintă un procent de 18—28%. Astăzi, datorită cerințelor tot mai mari de celuloză, sunt supuse tratamentelor chimice cantități tot mai mari de lemn. Pentru asta lignina trebuie solubilizată, adică dizolvată în diferite substanțe chimice, cum ar fi, de exemplu, bisulfitul de calciu –

material folosit la fabricarea celulozei sulfat. Cantitățile uriașe de soluții bisulfitice reziduale, produse zilnic de fabricile de hârtie și celuloză, au făcut ca problema valorificării ligninei să treacă granițele țărilor mari producătoare de celuloză, devenind o problemă mondială.

„Misterul” structurii chimice a ligninei a sugerat cercetătorilor concluziile cele mai diferite. Dificultățile întâmpinate se datoresc, în primul rând, faptului că această substanță nu se poate desface în combinații simple prin hidroliză – așa cum se desface, de pildă, celuloza, dând glucoza – combinații ce ar putea fi considerate produși de bază din care se formează macromoleculele ligninei prin policondensare sau polimerizare. De aceea în puține sectoare ale chimiei organice s-a desfășurat o muncă atât de intensă ca în chimia ligninei, domeniu unde au lucrat renumiți chimiști din lumea întreagă.

Urmărind să rezolve această dificilă problemă, chimiștii s-au adresat întâi analizei elementare. Ea a arătat că lignina este formată din carbon, oxigen și hidrogen; așadar, este o substanță chimică ternară.

Experiențele următoare au dus însă la concluzii contradictorii. Astfel, unii cercetători au afirmat că lignina nativă, adică lignina plantelor verzi, nu cuprinde componenți aromatici, adică înrudiți cu benzenul, ci aceștia se formează în timpul extragerii din lemn. Alții au dovedit, dimpotrivă, caracterul aromatic al componenților ligninei.

O contribuție strălucită în această problemă a adus chimistul P. Klarson. El a demonstrat că lignina este un produs de condensare a doi alcooli aromatici: coniferilul și oxiconiferilul. Continuând lucrările, chimistul K. Freudenberg, ajutat de niște analize foarte precise, ajunge la concluzii interesante în privința condensării grupelor constituente ale coniferilului. De aceea lucrările lui simbolizează cel mai exact cunoștințele noastre actuale asupra ligninei extrase din lemn. Mai mult, într-una din lucrările sale arată că sub acțiunea unei substanțe izolate din mucegaiul Psalliota campestris, alcoolul coniferilic se transformă într-o substanță cu comportări chimice asemănătoare ligninei extrase din molid.

Acestea erau primele rezultate ale asaltului ligninei. Chimiștii continuau însă să se întrebe cum se explică formarea ligninei în plante. Tot K. Freudenberg arată că lignina nu este un simplu produs de polimerizare a alcoolului coniferilic, – așa cum se credea, – ci un produs de polimerizare a radicalului alcoolului coniferilic, care pierde un atom de hidrogen. Pornind de aici, el ajunge la concluzia că alcoolul coniferilic poate fi transformat în lignina cu ajutorul unor fermenți. Aceștia fură alcoolului atomi de hidrogen transformându-l în radicali, care pot apoi polimeriza trecând în lignina. Fermenții aflați în țesuturile dintre părțile lignificate și scoarță catalizează, adică înlesnesc polimerizarea

alcoolului coniferilic în lignina. Dar lucrurile nu sunt atât de simple. Alcoolul coniferilic nu există liber în plante, ci este pus în libertate de fermenții din zona cambială a arborilor și care acționează asupra coniferinei.[1]

[1] *Glucozidă – compus format din glucoza și alcool coniferilic.*

Când au fost strânse aceste date, vălul ce acoperea „misterul" ligninei începu să se subțieze, permițând chimiștilor dacă nu lămurirea completă a misterului, cel puțin să facă presupuneri logice asupra significării țesuturilor vegetale. Astfel, pornind de la asimilata clorofiliană, putem spune că glucozida coniferină se sintetizează în anumite părți ale plantei, de unde e trimisă în celulele tinere, nou formate. Aici, coniferină se întâlnește cu fermenții, care, fără zăbavă, o desfac în glucoza și alcool coniferilic, așa cum, de pildă, ai tăia cu foarfecele o foaie de hârtie în două bucăți. Alcoolul coniferilic născut n-a scăpat însă de fermenți. Imediat ce s-a format este luat în primire de alții, care-l transformă în lignină.

Speciile de arbori foioși, adică arbori cu frunze căzătoare, cum sunt stejarul, fagul, mărul etc, conțin pe lângă alcoolul coniferilic și un alt alcool numit sinapic, deosebit foarte puțin de primul. Dacă se amestecă ambii alcooli – coniferilic și sinapic – și se supun acțiunii fermenților, se formează o substanță asemănătoare ligninei arborilor foioși.

Misterul ligninei nu este, încă, pe deplin dezlegat. Totuși chimiștii nu s-au descurajat. Ei continuă și astăzi să se întrebe: ce este lignina? Cum se formează? Fără îndoială că în viitorii ani, cu ajutorul noilor metode de analiză și sinteză, vor reuși să răspundă. Atunci vălul ce ascunde secretele ligninei va cădea și, în sfârșit, se vor putea valorifica la maxim bogățiile ce mai zac încă ascunse în lignină.

Vanilină din... lemn

În orice bucătărie, pe un raft de dimensiuni mai mari sau mai mici, stau înșirate ca la paradă nenumărate borcane lucitoare sau cutii emailate, pe care scrie: piper, scorțișoară, vanilină, foi de dafin etc.

Iată câțiva din nenumărații „reactivi" folosiți zilnic în „laboratorul de chimie" al fiecărei gospodării.

Să ne oprim puțin asupra vanilinei. Știu, oare, cititorii că mult căutatele produse de cofetărie și patiserie capătă azi aromă de vanilie datorită lemnului? Mai precis: că vanilina ce ne parfumează prăjiturile se poate fabrica și din lignina? Acesta este unul din succesele de

„ultima oră” ale chimiei moderne.

Vanilina – substanța albă, cu parfumul atât de cunoscut – se extrage obișnuit din fructele lungi, negre, frumos mirositoare, ale plantei Vanilia planifolia – o prețioasă orhidee originară din Mexic. Această plantă aromatică a fost cunoscută de europeni prin secolul al XVI-lea, când a fost adusă din America, peste ocean, de către spanioli.

Așa cum s-a întâmplat cu multe alte mirodenii aduse în Europa de peste mări și tari, prețul vaniliei – al acelor păstăi negre, frumos mirositoare – a atins curând cifre astronomice. Dornici de îmbogățire, și invidioși probabil pe spanioli, olandezii au transplantat prețioasa orhidee în insula Java. Mai târziu și francezii urmară exemplul lor, și insula Reunion deveni celebră în toată lumea prin vanilia ce o producea. Cu toate că producția de păstăi frumos mirositoare creștea din zi în zi, prețul lor nu scădea simțitor. Au intervenit atunci chimiștii. Ce-ar fi – și-au zis ei – să încercăm fabricarea vanilinei, a prafului alb din păstăile de vanilie, pe cale artificială? Nu era o idee rea, dar… nu i se cunoștea compoziția! Și, bineînțeles, dacă nu știi ce trebuie să produci, oricât te-ai strădui după „inspirație” nu prea ai șanse de izbândă.

Nenumărați chimiști, înarmați cu cele mai moderne ustensile ale timpului, au pornit asaltul împotriva vanilinei. În sfârșit, după ani de cercetări intense, chimistul francez Charles anunță, în anul 1872, că vanilina din păstăile de vanilie este, din punct de vedere chimic, o rudă mai îndepărtată a benzenului. După câțiva ani doi chimiști germani instalau cea dintâi fabrică pentru prepararea sintetică a vanilinei. Materia primă pentru fabricarea ei era uleiul de cuișoare, obținut din cuișoare. Adică din bobocii uscați ai plantei Eugenia carvophillata – arbust mereu verde, originar din insulele Moluce – și care conține în proporție de 50% substanța chimică eugenol. Astfel, uleiul de cuișoare devine o sursă de materii prime pentru fabricarea vanilinei; plantele – ca de multe ori în istoria produselor chimice – veneau în ajutorul chimiei.

Eugenolul suferă în retorta miraculoasă a chimistului o transformare trecând în izoeugenol. Mai departe, sub influența altor reacții, izoeugenolul formează vanilină.

Și astăzi izoeugenolul este o materie primă prețioasă pentru fabricarea vanilinei, mai ales că din el se obține un produs foarte fin și căutat. Dar costul lui ridicat limitează mult producția. De aceea vanilină de cuișoare este înlăturată din ce în ce de vanilină sintetizată din guaiacol-glioxil și din… lemn, mai precis, din lignină.

Chimiștii au observat legătura dintre lemn și vanilină de mai mult timp. Astfel, una din metodele pentru fabricarea vanilinei folosește drept materie primă sucul cambial al rășinoaselor. Acesta conține

glugozida coniferină. În urma unor anumite transformări ea dă naștere la vanilină.

Colectarea dificilă a sucului cambial, precum și randamentul slab în vanilină, au determinat pe chimiști să renunțe la această metodă de preparare și să caute alte surse de materii prime. După multe cercetări ei și-au întors privirea spre lignină care, așa cum se dovedise, era în legătură genetică cu coniferină.

Fabricarea vanilinei din lignină nu numai că rezolvă problema materiei prime necesară acestei substanțe, dar rezolvă și pe aceea a utilizării leșiilor bisulfitice rămase ca deșeu la fabricarea celulozei sulfit. Dacă ne gândim că, în medie, la fiecare 100 tone celuloză se obțin 100 tone deșeuri, care cuprind la rândul lor o mare cantitate de lignina, ne dăm seama ce sursă inepuizabilă de materii prime și-au ales chimiștii pentru fabricarea parfumatului produs.

Lignina se găsește în compoziția leșiei bisulfitice reziduale sub formă de săruri de calciu ale acizilor lignosulfonici. Dar leșia mai cuprinde și alte substanțe, cum ar fi, de pildă, zaharuri fermentescibile, întrebuințate în tehnică pentru fabricarea alcoolului etilic și a drojdiei furajere.

Mirajul fabricării vanilinei din lignina a atras pe mulți „vrăjitori” moderni. În eprubetele lor lignina capătă aromele îmbietoare ale celor mai gustoase prăjituri. Primele succese au apărut încă în anul 1837.

Cum se fabrică vanilina? Bineînțeles că nu vom aminti nenumăratele brevete care folosesc drept materie primă leșiile bisulfitice, ci ne vom opri asupra unui singur procedeu, un procedeu cehoslovac, propus de inginerul Zygmunt Kjn. El se bazează, ca și multe altele, pe hidroliza leșiei bisulfitice reziduale, urmată de o oxidare cu ajutorul aerului, în prezența sulfatului de cupru, care joacă rolul de catalizator. Vanilina formată se extrage cu toluen și hidrosulfit de sodiu.

Deșeurile de la extracție conțin lignina și sulfat de sodiu, sub formă de suspensie. Încălzind suspensia, lignina devine plastică, moleculele ei se lipesc și poate fi astfel mai ușor separată din soluție. Procesul poate fi asemănat cu acela ce are loc la prinderea laptelui, sub influența căldurii și a fermenților. Lignina obținută, după uscare, se prezintă ca o pulbere amorfă galben-cenușie. Ea este un excelent material de umplutură pentru cauciuc, mase plastice și pentru fabricarea plăcilor presate, folosite în industria electrotehnică și în construcții.

Și iată că una din substanțele lemnului s-a transformat în vanilina. În felul acesta chimia a obținut o nouă victorie asupra naturii.

Ioniţii

Titlul acestui subcapitol amintește de o mare familie de substanțe, care își trag numele de la mult răspânditul „ion”, particulă ce se formează în timpul disociației electrolitice a substanțelor.

Dar ce sunt ioniții?

Sub denumirea de ioniți sau de schimbători de ioni se înțeleg substanțe solide – de natură minerală sau obținuți prin sinteză – insolubile în apă și în alți solvenți, capabile să schimbe cationii sau anionii continuii cu alți cationi sau anioni aflați în soluția unde sunt introduși. Astăzi utilizarea lor în practică devine din ce în ce mai importantă. Aproape nu există proces chimic în care să nu fie amestecat și un ionit.

Istoricul descoperirii acestor substanțe este foarte interesant. Ca element premergător, care a dus la descoperirea ioniților, se poate aminti tratarea apei cu adsorbanti solizi, ca, de pildă, nisipul. Operația aceasta este cunoscută din vechime, și este amintită în unele scrieri din timpul lui Aristotel, unde se spune că nisipul era folosit pentru filtrarea apelor cu gust neplăcut. Acum câteva sute de ani englezul Bacon prevedea în lucrarea sa „Sylva Sylvarum”, operația de deionizare a apelor, care e astăzi foarte des folosită.

Întâietatea descoperirii fenomenului schimbului de ioni li s-a recunoscut unor agronomi englezi. Aceștia au observat că la trecerea soluțiilor apoase de săruri prin sol, rădăcinile plantelor absorb unele elemente (potasiu, calciu, magneziu) sub formă de cationi, adică de ioni încărcați pozitiv. Mai târziu s-a văzut că la buna desfășurare a absorbției cationilor de către rădăcini contribuie anumite substanțe aflate în sol, și anume: zeolitii, fosfați, humaţii. Ele au fost numite schimbători de ioni sau ioniți.

Anul 1935 este anul de naștere al rășinilor sintetice schimbătoare de ioni; abia atunci s-a reușit prima sinteză chimică a acestor substanțe, din fenoli și aldehidă formică.

Cei mai utilizați ioniți sunt astăzi rășinile fenol-formaldehidice și aminoformaldehidice. Formaldehida se poate fabrica și din materii prime vegetale. Totuși, pentru a nu exista niciun dubiu în privința utilizării substanței vegetale la fabricarea ioniților, chimiștii i-au fabricat și din lemn, bumbac sau semințe de plante oleaginoase. Mai mult, după îndelungi cercetări ei au constatat că leșiile bisulfitice reziduale de la fabricarea celulozei sulfât pot fi și ele folosite la fabricarea ioniților.

Cum ioniții se împart în două mari clase: cationiți și anioniți – chimiștii s-au gândit să fabrice ioniți din ambele clase, folosind, bineînțeles, drept materie primă leșia bisulfitică rămasă de la fabricarea celulozei.

Cum se obțin ioniții? Acizii lignosulfonici din soluția bisulfitică sunt

tratați cu diferite substanțe, astfel că ei precipită, obținându-se, după metoda de lucru folosită, fie cationiți, fie ioniți.

La noi în țară un colectiv de cercetători au făcui studii în vederea obținerii unui cationit cu o mare capacitate de schimb, plecând de la rumegușul de lemn. Rezultatele obținute i-au determinat să afirme că: „Simplicitatea tehnologiei, prețul de cost convenabil... situează cationitul preparat de noi ca un produs favorabil pentru economia națională și îl pune în balanță pentru comparație cu rășinile schimbătoare de ioni aduse din import”.

În principiu, metoda folosită de cercetătorii români pentru obținerea cationitului constă în tratarea rumegușului de lemn (50% molid + 50% fag) cu acid sulfuric, când are loc degradarea celulozei și sulfonarea ligninei.

Acestea sunt numai câteva din prefacerile lemnului. Ele ne demonstrează, pe de o parte, faptul că lemnul a devenit azi o materie primă deosebit de valoroasă, iar pe de altă parte că omul devine din zi în zi toi mai stăpân pe bunurile naturale ale globului.

AROME ȘI PARFUMURI

De-a lungul secolelor

Aromele și parfumurile au fost cunoscute de om încă din antichitate. Desigur că parfumul florilor sau mirosul cetinei de brad au atras și atenția omului primitiv. O dată cu începuturile civilizației, aromele și parfumurile devin indispensabile ceremoniilor religioase. De altfel chiar și numele de „parfum” vine de la cuvintele „per fumus”, adică „pentru fum”, dat fiind că în jertfele aduse zeilor se găseau și plante aromatice care arse dădeau fumuri mirositoare. Preoții vechilor egipteni aduceau ca ofrandă zeilor rășini mirositoare, mirt sau diferite amestecuri aromate.

Deși primele ateliere în care se preparau esențele și parfumurile s-au născut în Egipt, totuși Babilonul devine centrul de desfacere a acestor substanțe, aduse aici din diverse țări. La grecii antici esențele și parfumurile au jucat un mare rol în medicină. Se povestește că Hippocrat a izgonit ciuma din Atena, arzând pe străzi plante și rădăcini aromatice. Acest lucru a fost dovedit ca real, deoarece în timpul holerei ce a bântuit în secolul trecut Parisul și Londra, niciun lucrător din fabricile de parfum nu s-a îmbolnăvit, dovedindu-se astfel acțiunea

antiseptică a esențelor mirositoare. De la greci parfumurile au trecut și la romani. În metropola Imperiului Roman utilizarea parfumurilor devine o furie. La Roma toate locuințele patricienilor erau îmbălsămate cu mirosurile cele mai fine, cunoscute de vechea civilizație. Totul se parfuma: casele, băile, chiar și câinii. Se povestește că împăratul Nero, la înmormântarea soției sale Popeea, a ars de zece ori mai multă smirnă decât producea Arabia într-un an.

În evul mediu și mai târziu, substanțele mirositoare încep să capete și întrebuințări laice. Pe vremea aceea negustorii vindeau două mărfuri la fel de căutate: parfumurile și otrăvurile.

Un scriitor din timpul lui Ludovic al XV-lea spunea: „... oamenii (e vorba de nobilime – n. a.) nu se spălau decât o singură dată pe săptămână, în schimb se parfumau de zece ori pe zi...” Să nu credeți cumva că exagera. La Versailles – reședința regilor Franței – nu exista decât o singură baie, în schimb erau sute de prăvălii unde se vindeau parfumuri. Astfel, doamna de Pompadour cheltuia anual colosala sumă de 500000 de franci aur pe parfumuri!

Cu timpul arta de a prepara parfumuri ia un mare avânt: încep primele studii științifice și chiar se scriu cărți speciale. Dezvoltarea chimiei se bazează, în parte, și pe dezvoltarea meșteșugului de a întocmi parfumuri. Odată puse bazele științifice ale chimiei, noua industrie capătă un aliat prețios care o ajută nu numai să extragă esențe și arome multe și fine, ci o învață să le și producă pe cale artificială.

Una dintre primele cărți care descriu prepararea parfumurilor este aceea a lui Dojean, apărută în anul 1797 și intitulată „Tratat al mirosurilor”. Autorul urmărește să fie „limpede și exact”. Lucrul acesta nu este întotdeauna prea ușor, deoarece în unele rețete, cum ar fi aceea a „apei divine și cordiale a lui Lemery”, trebuiau prelucrate nu mai puțin de 37 plante!

Cunoscuta „apă de colonia” a fost preparată pentru prima dată în orașul german Colonia, așezat pe Rin, cu un secol și ceva în urmă. Ea a fost creată de italianul Jean-Maria Farina, care venise să facă negoț cu articole exotice. Se povestește că rețeta i-a fost dată de un călugăr din Orient. După ea, J. M. Farina a început prepararea apei parfumate. Ea s-a numit mai întâi „apa reginei”, apoi „apa admirabilă” și până la urmă „apa de Colonia” – după numele orașului german – sau cum îi spunem astăzi: „apă de colonie”.

Progresul neîncetat al științei a făcut ca industria parfumurilor să se dezvolte continuu, să apară noi metode de fabricare a acestor substanțe parfumate. Astăzi regiuni întregi de pe suprafața Pământului sunt cultivate cu plante frumos mirositoare, din care chimistui extrage

cele mai variate parfumuri. Renumită e în întreaga lume valea Kazanlîkului din R. P. Bulgaria, unde cresc trandafirii ce dau o mult căutată esență. Și la noi în țară s-a dezvoltat în anii regimului democrat-popular o industrie a parfumurilor artificiale și sintetice, care utilizează materiile prime existente, odinioară nevalorificate sau neexploatate în întregime.

Ce sunt uleiurile volatile ?

De treci printr-o poiană înflorită, într-o zi caldă de iunie, parfumul florilor te îmbată. Datorită cui răspândesc plantele mirosuri îmbătătoare ?

Florile, frunzele, fructele și rădăcinile mirositoare își datoresc parfumul lor caracteristic unor substanțe organice volatile, numite uleiuri volatile, uleiuri eterice, uleiuri esențiale sau, simplu, esențe.

Dacă vrem să aflăm unde se ascund uleiurile, trebuie să apelăm la botanică. Uleiurile volatile pot fi găsite în celulele secretoare epidermice, cum sunt cele ce acoperă partea superioară a petalelor de trandafir sau cele de la partea superioară și inferioară a petalelor de salcâm. Celulele acestea, numite papile secretoare, secretă uleiul volatil care difuzează prin membrană și se răspândește în aer. De asemenea, celulele epidermice de pe ramurile tinere de mesteacăn secretă o substanță rășinoasă, pe care o varsă la exteriorul ramurilor, și dă primăvara mirosul caracteristic pădurilor de mesteacăn.

Uleiurile volatile nu provin însă totdeauna din aceeași parte a plantelor. La unele plante ca irisul, de pildă, rădăcina este parfumată, la altele – florile și frunzele. De asemenea, poate fi parfumată scoarța sau fructele unor anumite plante.

Unele plante pot da mai multe parfumuri deosebite și caracteristice. Portocalul, de exemplu, ne poate furniza trei esențe: din frunze și fructe mici se extrage o esență, din flori esența de flori de portocali, iar din coaja fructelor se extrage esența zisă de „portugal”.

Cantitatea de ulei dintr-o plantă variază în funcție de mediul și metodele de cultură, precum și în funcție de familia din care face parte. De pildă, din 3000 kg flori de trandafiri sau 5000 kg flori de narcise, ori din 7000 kg flori de iasomie, se scoate abia 1 kg ulei. Se înțelege, deci, pentru ce prețul parfumurilor naturale este atât de mare. Urmărind să mărească procentul de esență din plante, pentru a micșora cantitatea de flori necesară obținerii unui kilogram de esență, floricultorii fac studii serioase, căci este foarte important să se cunoască pentru fiecare plantă condițiile optime necesare dezvoltării calităților ei.

Ce sunt uleiurile volatile? Din punct de vedere al compoziției chimice

uleiurile volatile se deosebesc fundamental de uleiurile grase și de cele minerale. Uleiurile grase sunt esteri ai glicerinei cu acizi grași, iar uleiurile minerale sunt amestecuri de hidrocarburi. Uleiurile esențiale. În schimb, sunt amestecuri în care întâlnim de cele mai multe ori substanțe mirositoare cu diferite funcțiuni chimice: hidrocarburi, esteri, eteri, aldehide, cetone, alcooli, acetali etc. Alături de acestea mai există și alte esențe mai puțin mirositoare, care atenuează sau subliniază influența unuia sau a mai multor constituenți. Amestecul lor intim dă uleiului volatil un parfum particular, numit buchet.

Dar nu orice substanță mirositoare poate fi un parfum. Pentru ca o substanță să fie un parfum trebuie să îndeplinească două condiții. Întâi trebuie să fie volatilă la temperatura obișnuită, ca să se poată răspândi în aer cu ușurință. A doua condiție este să producă asupra simțurilor noastre o senzație plăcută.

În vorbirea obișnuită se înțelege prin parfum o esență oarecare, dizolvată într-o cantitate relativ mică de alcool etilic. Dacă dizolvarea se face într-o cantitate mai mare de alcool și se mai adaugă și un procent de 20—30% apă, atunci se obține „apă parfumată”, sau „apă de colonie”.

Aproape toate uleiurile volatile sunt lichide la temperatura obișnuită. La temperatură scăzută ele se separă adesea în două părți: una solidă, numită „stearopten”, și alta lichidă – „eleopten”. Esențele sunt solubile în alcooli, eter, benzină etc. La aer se rezifică, formând o masă tare, sticloasă, de culoare galbenă. Cea mai mare parte din esențe sunt incolore. În general esențele se descompun la temperatura la care distila. De aceea distilarea în vederea obținerii în stare pură trebuie făcută sub presiunea normală. În acest caz punctul de fierbere se coboară mult, ajun-gându-se la o temperatură de lucru care nu pune în pericol esența. În cazuri speciale distilarea se face la o presiune de 1 mm, când punctul de fierbere se coboară foarte mult. Alteori distilarea se realizează chiar în vid.

Întâlnire cu chimistul

Ca să extragă uleiurile volatile din plante, mânuitorul eprubetei întrebuințează diferite metode. În general metodele lui sunt: presarea, antrenarea cu vapori de apă (distilarea), extragerea cu grăsimi, extragerea cu ajutorul solvenților volatili, maceratia și descompunerea fermentativă.

Presarea, fiind o metodă primitivă, se aplică în special la extragerea uleiurilor volatile din coji și fructe, cum ar fi lămâile, portocalele etc. Sub puternicele prese hidraulice sau cu șurub, materialul mirositor

lăcrimează șiroaie parfumate. Esențele obținute nu sunt încă bune de folosit, deoarece sunt tulburi. De aceea extractul este lăsat să se limpezească sau e trecut prin filtre-presă care separă părțile solide de lichid.

Cea mai răspândită metodă pentru extragerea uleiurilor volatile este antrenarea cu vapori de apă. Procedeul prezintă însă și un incovenient: nu se poate aplica parfumurilor sensibile la căldură și la acțiunea vaporilor de apă. În ce constă această metodă? Vaporii de apă trec peste materialul parfumat, luând cu ei uleiul volatil. Străbătând un răcitor (refrigerent) ei se condensează. Apa și esențele condensate sunt strânse în vase speciale, numite „florentine”, unde produsele distilării se separă datorită diferenței lor de densitate. Procedeul este asemănător cu acela ce are loc în alambicurile de preparat țuica. El este folosit pentru extragerea multor esențe, cum ar fi: esența de trandafiri, de levănțică, flori de portocal, iasomie etc.

Când esențele de extras sunt foarte delicate și nu suportă o temperatură ridicată, distilarea se face în vid. Fierberea directă a materialului mirositor cu apa nu se folosește decât atunci când se prelucrează scorțișoară, cuișoare, coajă de portocal etc, ale căror esențe nu pot fi descompuse la temperatură ridicată și nu sunt nici influențate de contactul cu apa.

Când plantele au un conținut mic de uleiuri volatile sau când uleiurile își schimbă cu ușurință compoziția chimică sub acțiunea vaporilor de apă, chimistul nu mai folosește pentru extragerea lor antrenarea cu vapori de apă, ci extracția cu solvenți volatili. Ca să extragă industrial substanța mirositoare din flori, folosind acest procedeu, chimiștii trebuiau să descopere solvenți inodori și incolori. După mai multe cercetări ci au găsit o serie de solvenți organici, cum ar fi: alcoolul etilic, benzina, uleiul de petrol, alcoolul metilic etc, care folosiți rațional dau rezultate foarte bune. Cei mai utilizați solvenți sunt eterul de petrol (pentru flori), benzina (pentru obținerea rășinilor), alcoolul etc

Extragerea uleiului volatil cu ajutorul eterului de petrol se face prin epuizarea florilor și prelucrarea extractului. Aparatele folosite pentru epuizarea florilor, adică pentru extragerea uleiului brut din flori, pot varia în amănuntele construcției, dar principiul este întotdeauna același. Astfel, ele sunt niște cazane mari, în care florile – așezate în coșuri perforate – vin în contact cu eterul de petrol. Acesta extrage uleiul volatil, formând o soluție numită miscelă. Miscela este apoi trecută în separatoare speciale de apă, după care e uscată cu sulfat de sodiu calcinat și filtrată. Îndepărtând prin distilare circa 80% din solvent, se obține un extract concentrat care, redistilat, de astă dată în vid, dă „uleiul concret” sau „concretul” – substanță semisolidă sau

solidă. În afara uleiului volatil, ea conține: rășini, ceruri, grăsimi și diferite alte substanțe. Când vrem să obținem uleiul volatil pur, sau cum se mai numește „extractul de flori” în stare pură, se tratează „concretul” cu alcoolul. Acesta dizolvă numai uleiul, lăsând neatinse celelalte substanțe. Distilând soluția alcoolică la o presiune redusă, alcoolul pleacă din soluție, fiind recuperat, și lasă în schimb substanța puternic mirositoare – esența – din care prin diluare cu alcool se obține parfumul.

Solvenții grași nevolatili, adică grăsimile, și-au dat și ei aportul la extragerea uleiurilor din flori. Metoda aceasta se bazează pe proprietatea substanțelor grase de a absorbi vaporii uleiurilor volatile. Ea se aplică florilor ca iasomia și tuberoza, ale căror funcțiuni biologice continuă și după recoltarea lor.

Dintre toate metodele de extracție, aceasta dă produsele cele mai fine și mai delicate; în schimb, este destul de înceată și costisitoare. Iată cum se face extracția cu solvenți nevolatili: Pe niște rame de lemn se prind plăci de sticlă, iar pe plăci se întind straturi de grăsime de 2—3 mm grosime. Peste plăcile astfel preparate se întind flori proaspete, apoi plăcile se pun una peste alta, în așa fel încât florile să se găsească închise între două straturi de grăsime. Se lasă totul liniștit un timp oarecare. Când timpul stabilit a trecut, florile sunt îndepărtate și înlocuite cu altele proaspete. În general florile sunt schimbate de câteva zeci de ori. Se obține în acest fel un corp gras, frumos mirositor, numit pomadă.

Chimiștii au avut mult de furcă pentru punerea la punct a acestei metode, deoarece finețea uleiurilor volatile depinde de calitatea grăsimii întrebuințate. După multe încercări, ei s-au oprit asupra unui amestec format din două părți grăsime de porc și o parte seu — substanțe care sunt în prealabil perfect purificate și tratate special ca să se evite râncezirea.

Din pomadă uleiurile volatile sunt extrase cu ajutorul alcoolului. Acesta dizolvă numai uleiul, nu și grăsimea. Evaporând apoi alcoolul se obține esența pură.

Dar nu numai grăsimile pot fi folosite pentru extragerea uleiurilor volatile. Se știe că unele substanțe poroase pot adsorbi mari cantități de gaze sau vapori. Așa este, de pildă, cărbunele activat și silicogelul. Plecând de aici, chimiștii au ajuns la concluzia că aceste substanțe pot înlocui grăsimile. Așa a apărut metoda de lucru cu adsorbanti solizi. Practic, ea constă în a așeza florile pe niște rame cu plase deasupra adsorbantului – cărbune activat sau silicogel. Punând ramele unele peste altele se formează niște dulapuri închise ermetic, care nu dau voie uleiului volatil să se răspândească în aer. Dacă se înlocuiesc din

când în când florile prin altele proaspete, adsorbantul se saturează. Acum, extrăgând uleiul cu alcool și supunând soluția alcoolică unei distilări, se obține uleiul volatil absolut pur – esența mirositoare a plantei.

Chimiștii la lucru

Știm că uleiurile volatile sunt amestecuri complexe de corpuri organice, dintre care unele au fost izolate în stare pură numai de curând. Când le-au cunoscut compoziția chimică, chimiștii au și trecut la prepararea lor pe cale artificială. Primele esențe preparate în laborator au fost esența de gaultheria (salicilatul de metil) și esența de migdale amare (aldehida benzoică). Acesta a fost doar începutul. Curând au urmat o serie nesfârșită de sinteze, ajungându-se să se obțină în laborator aproape toate substanțele naturale găsite în uleiurile parfumate, ba chiar s-au produs unele ce nici nu există în natură. Chimia pășea triumfal și în acest domeniu, la fel cum păși se și în multe altele. Se lua acum la întrecere cu natura, căutând să producă parfumuri mai fine și mai persistente decât cele oferite de plante.

Afară de substanțele mirositoare preparate în întregime de chimist prin sinteză, există și unele care formează – pentru a spune astfel – trecerea între parfumul natural și produsul chimic de sinteză. Ele se obțin prin extragerea uleiului volatil dintr-o plantă și prin amestecarea ulterioară cu diferiți alți compuși naturali sau sintetici, în așa fel încât să se obțină un parfum cu o valoare mult superioară celui natural și al cărui înlocuitor este. Iată un exemplu. Esența de trandafir are drept principali constituenți: geraniolul, citronelolul, alcoolul feniletilic și nerolul. Geraniolul se extrage din uleiul de citronela Java, din esența de palmarosa etc. Citronelolul se obține pornind de la esența de citronel. Alcoolul feniletilic este preparat prin sinteză, iar nerolul tratând chimic fie geraniolul, fie apa de flori de portocal. Vedem, deci, că este posibilă fabricarea esenței de trandafiri pe cale artificială, pornind de la substanțe naturale sau sintetice, amestecate, bineînțeles, cu mare dibăcie.

Dar nu numai esența de trandafiri poate fi creată în laborator din substanțe naturale, prin intervenția chimistului. Citronelul folosește drept materie primă pentru fabricarea unui produs de bază din care se capătă parfumul de lăcrămioare. Coriandrul, plantă aromatică utilizată în industria alimentară, furnizează chimistului acetatul de linalil, substanță cu miros de bergamote și de levănțică. Uleiul roșu de camfor îi pune la dispoziție safronul, folosit la sinteza etil-vanilinei, produs de patru ori mai mirositor decât vanilină naturală. Iată câteva din realizările chimiei moderne.

În felul acesta chimiștii au reușit să valorifice mai bine esențele

naturale extrase din plante. Pornind de la produși naturali, ei reușesc astăzi să creeze în eprubetă uleiuri volatile mai ieftine, și uneori mai bune chiar decât cele fabricate în laboratorul naturii.

O VRĂJITORIE MODERNA

Descoperirea lui Kirhoff

Pe vremea când apăreau primele fabrici de zahăr din sfeclă, chimia se dezvolta cu pași uriași. Printre produsele care stârneau interesul celor ce mânuiau cu îndemânare balanța și eprubeta se afla și zahărul. „Ce e el? Cum îl fabrică planta?" erau întrebări la care, pe atunci, nu se putea răspunde ușor. Pe la sfârșitul secolului al XVIII-lea chimiștii demonstrează că zahărul de trestie este identic cu zahărul din sfeclă, mult mai ușor accesibil țărilor depărtate de brâul cald al Pământului.

Cercetându-se conținutul fructelor, s-a constatat că ele nu sunt dulci datorită zahărului obișnuit – zaharozei – ci unei substanțe mai puțin dulci numită glucoză. Dar asta nu este totul. S-a mai observat că în multe plante, alături de glucoză, se găsește și o substanță albă, fără gust – amidonul. Ce legătură poate fi între ele?

Spuneam în alt capitol că una dintre primele substanțe sintetizată în plantă este glucoza, iar amidonul rezultă din condensarea ei. Deci, din amidon, printr-o operație adecvată, se poate reveni la glucoza. Dar în urmă cu aproape 150 de ani nimeni nu știa asta. Primul om care a descoperit că amidonul se poate transforma în glucoza, și a demonstrat totodată cum poate fi ea obținută, a fost chimistul rus K. S. Kirhoff. În anul 1811 lumea științifică a fost impresionată de știrea venită din Petersburg, care anunța că acest savant a reușit să obțină glucoza tratând amidonul cu acid sulfuric diluat. Din 100 de părți amidon Kirhoff obținuse 75 părți de glugoză sub formă de pudră albă.

Cu timpul descoperirea lui Kirhoff căpătă o mare importanță, pentru că punea la dispoziția industriei mari cantități de glucoza – substanță ce putea înlocui în multe domenii zahărul. Mai mult, glucoza putea fi transformată și în alcool, prin fermentare cu drojdie de bere. Așa se făcu că hidroliza totală a amidonului – așa se numește procesul prin care amidonul e transformat în glucoza – deveni o însemnată operație a industriei chimice. Aceasta cu atât mai mult cu cât amidonul poate fi obținut în cantități mari din materiale vegetale, în special cereale și cartofi.

Să vedem cum se extrage amidonul din cereale și cum este transformat în glucoza. Pentru aceasta să urmărim fazele procesului de obținere a amidonului din porumb și apoi pe cele ce duc de la amidon la glucoza.

Porumbul este inițial curățat în aparate speciale de toate corpurile străine, este cântărit în cântare automate și muiat în acid sulfuros. După înmuiere este spălat cu apă curată și dus la degerminator, un aparat care fărâmă boabele și, totodată, desparte embrionul de amidon.

În ultimul timp apele rezultate de la spălarea porumbului nu se mai aruncă, ci sunt folosite la prepararea mediilor de cultură în fabricarea penicilinei. Despărțirea embrionului de amidon este absolut necesară, pentru că el îngreunează fabricarea amidonului, prin substanțele grase și cleioase ce le cuprind. Embrionii extrași din boabele de porumb nu sunt nici ei aruncați, deoarece constituie un bun material pentru fabricarea uleiului de porumb.

Sfărâmăturile de porumb trec mai departe pe un jgheab orizontal, unde cu ajutorul apei sunt îndepărtate ultimele resturi de germeni. În continuare amestecul de porumb și apă ajunge la o moară. Aici porumbul este măcinat și transformat într-un terci subțire. Masa obținută, după ce mai suferă câteva operații, trece mai departe peste o sită de mătase, în timp ce aceasta este stropită continuu și din belșug cu apă. Sita, având ochiurile foarte mici, lasă să treacă prin ea numai grăunții de amidon. În felul acesta amidonul se separă de borhotul de porumb, care presat și uscat constituie o hrană consistentă pentru vite.

Amidonul, sub forma unui lapte (rețineți că amidonul nu este dizolvat în apă, ci e numai amestecat cu ea!), este luat apoi de o pompă, supus altor operații, și lăsat să se scurgă pe niște jgheaburi puțin înclinate. Aici „laptele” se împrăștie uniform, iar amidonul începe să se depună pe fundul jgheaburilor.

Amidonul poate fi folosit fie în stare umedă, bunăoară pentru fabricarea glucozei, fie se usucă și se ambalează pentru a fi transportat acolo unde este nevoie de el.

Să nu credeți însă că porumbul este singura sursă de amidon. Nicidecum. Chimia a găsit și alte surse bogate în acest material, pe care le-a valorificat. Pentru fabricarea lui se pot folosi cartofi, precum și alte cereale. În ultimul timp amidonul a fost scos chiar din castane sălbatice și rizomi de stuf!

Fabricarea industrială a glucozei – una din cele mai importante industrii din complexul industriilor alimentare – cuprinde trei mari operații: zaharificarea amidonului, purificarea glucozei obținute și concentrarea soluției de glucoza.

Amidonul adus în fabrică este mai întâi amestecat cu o cantitate de apă, apoi laptele de amidon se introduce într-un cazan numit zaharificator (autoclavă), unde de asemenea se găsește apă încălzită la fierbere, împreună cu puțin acid sulfuric sau acid clorhidric care înlesnesc hidroliza. Când zaharificatorul s-a umplut, e închis ermetic și încălzit. Operatorii-chimiști supraveghează acum zaharificatorul cu ajutorul manometrelor și al termometrelor, pentru ca procesul de hidroliza să se desfășoare în bune condiții.

Hidroliza durează un anumit timp. Amidonul, sub influența acidului și a căldurii, se transformă treptat în dextrină, apoi în glucoză. Sfârșitul procesului de hidroliză este urmărit atent de chimiști, printr-o serie de analize minuțioase. Când hidroliza amidonului este încheiată, se obține o soluție dulceagă. Ea nu poate fi încă folosită, deoarece conține o cantitate apreciabilă de acid. Acesta se înlătură prin neutralizare. După această operație soluția de glucoza e însă tulbure, fiind impurificată de o serie de corpuri străine. Ele sunt îndepărtate prin filtrare.

A filtra un lichid tulbure înseamnă a-l face să treacă printr-un corp poros, cu porii mai mici decât impuritățile. Drept corp poros se folosește pânza de in, de bumbac sau de iută. Dar dacă am încerca să filtrăm o soluție tulbure printr-o astfel de pânză, am constata că la început lichidul trece încă tulbure, și abia mai târziu din ce în ce mai limpede. De ce? Pentru că multe din impuritățile lichidului sunt mai mici decât porii pânzei, așa că-i pot străbate cu ușurință. După un timp însă porii pânzei sunt astupați parțial și canalele lor se îngustează. Acum impuritățile nu mai pot trece nici ele, lichidul curge limpede, filtrat. Iată, dar, că asistăm la un fenomen ciudat: impuritățile filtrează lichidul! Ele sunt agentul filtrant, pânza nefiind altceva decât suportul lor!

Soluția filtrată este strânsă într-un rezervor; acum e limpede și puțin gălbuie, ca un ceai slab, dulce, fără niciun miros. Urmează concentrarea. Ea are drept scop obținerea siropului de glucoza sau, după alte operații, a glucozei solide. Concentrarea se face, ca și în cazul zahărului, în instalații speciale numite stații de evaporare. Instalațiile acestea de concentrare, utilizate în fabricile de glucoză, sunt de mai multe feluri. Toate folosesc însă aburul pentru încălzire, și funcționează după același principiu: mai multe fierbătoare sunt legate între ele, iar aburul introdus în primul fierbător (pentru a încălzi soluția de glucoza), numit abur fierbător, creează aici alți aburi – aburi fierți – care la rândul lor sunt introduși în al doilea fierbător. În felul acesta aburul fiert dintr-un fierbător devine abur fierbător în următorul vas de concentrare. În primul fierbător soluția de glucoza este concentrată până se elimină o treime din apă și se transformă într-un sirop subțire. Acesta e trimis la un rezervor-colector, de unde siropul merge la stația de decolorare cu

cărbune activat. Filtrat din nou, siropul devine limpede și curat.

După decolorare cu cărbune activat și filtrare, produsul intră în al doilea fierbător, unde are loc concentrarea lui până la consistența unui sirop gros. El poate fi folosit ca atare sau e prelucrat mai departe în glucoza solidă.

Astăzi, așa cum am mai spus, glucoza este un produs deosebit de important pentru industria chimică, industria textilă, industria chimico-farmaceutică, industria alimentară etc De aceea industria de amidon și glucoza a luat la noi în țară o mare dezvoltare, ridicându-se noi unități industriale și modernizându-se cele existente. Așa se explică de ce nu mai suntem tributari importului, ba mai mult putem chiar exporta produse ce au la bază amidonul și glucoza.

Obținerea marilor cantități de glucoza necesare industriei constituie un mare succes al chimiei, care a reușit să valorifice sub o formă mai înaltă enormele resurse vegetale ale globului.

Zahăr din... lemn !

Experiențele cercetătorului rus K. S. Kirhoff au atras atenția și altor chimiști asupra variatului material vegetal pus la dispoziție de natură. Puțin mai târziu, urmându-i exemplul, chimistul francez J. Braconnot fierbe rumeguș cu acid sulfuric și obține un suc dulce; Braconnot reușise să hidrolizeze celuloza din lemn. În felul acesta principiul fabricării „zahărului” din lemn, adică a glucozei, era descoperit.

Dar de la principiu și până la realizarea industrială e cale lungă. „Zahărul” din lemn nu putea concura pe cel din trestie, iar industriile chimice nu simțeau încă nevoia de mari cantități de glucoza, așa că n-a fost creată până la primul război mondial nicio întreprindere mare pe baza noului procedeu. Necesitatea fabricării diverselor produse chimice i-a făcut pe beligeranți să înalțe uzine, unde au exploatat descoperirile lui Kirhoff și Braconnot. Cum procedeele tehnologice nu erau puse la punct, noile întreprinderi aveau o producție scăzută. De aceea ele au fost închise imediat ce s-a revenit la condiții economice normale. Eșecul primelor întreprinderi n-a descurajat însă pe chimiști. Ei au continuat să lucreze în această direcție și au reușit până la urmă să pună la punct mai multe procedee industriale.

Am vorbit până acum mereu despre hidroliza. Dar ce este ea din punct de vedere chimic? Este desfacerea unui compus în componentele ce-l formează, prin adiția ionilor apei. Reacția de hidroliza este catalizată de acizi sau de baze; în cazul hidrolizei acide acționează ionii de hidrogen, iar în cazul hidrolizei bazice – ionii metalici și ionii oxidril.

Hidroliza lemnului reprezintă procesul chimic suferit de materialul

lemnos, când asupra lui acționează soluții diluate sau concentrate de acizi sau alte substanțe chimice. În urma hidrolizei se obțin din punct de vedere chimic substanțe mai simple decât cele, inițiale, care pot fi separate și folosite în diverse scopuri. Prin acest proces celuloza este transformată în glucoză.

Operația de bază la fabricarea glucozei din lemn constă în desfacerea edificiului uriaș al moleculei de celuloză până la moleculele mititele de glucoză. Lucrul nu este atât de simplu pe cât pare la prima vedere, pentru că sunt necesare instalații speciale de mari dimensiuni, ce trebuie sever supravegheate.

Dintre cele mai importante procedee folosite pentru hidroliza lemnului, amintim pe ale lui: Bergius, Giordani-Leone, Scholler și Madison. Procedeele Scholler și Madison folosesc acizi minerali diluați, la temperatură și presiune ridicată, în timp ce procedeele Bergius și Giordani-Leone întrebuințează acizi minerali concentrați, la o temperatură mai scăzută.

În cazul hidrolizei cu acizi diluați se acționează asupra lemnului fărâmițat cu un acid mineral diluat. Ca rezultat al reacției se obține o soluție diluată numită hidrolizat, și un reziduu – lignina tehnică. Soluția cuprinde acidul care a catalizat reacția, precum și toate celelalte substanțe născute în timpul hidrolizei. În practică, zaharificarea lemnului, cum mai e numit procesul de hidroliză, are loc la o temperatură de 200°C și la o presiune ce merge până la 15 atmosfere, în prezența acidului sulfuric diluat. Aparatura lucrează, deci, în condiții deosebit de aspre, și puține materiale de construcție le pot face față cu succes. De aceea pentru construcția zaharificatorului – a aparatului unde acidul transformă celuloza în glucoza – se folosesc materiale anticorozive, rezistente la acizi, oţeluri de calitate superioară, plumb, plăci termoizolatoare etc.

Fabrica de „zahăr din lemn”, spre deosebire de alte fabrici unde se prelucrează lemnul, folosește acest material sub formă de rumeguș, talaj sau deșeuri de lemn. Când se aduc în fabrică lemne, acestea sunt sfărâmate într-o mașină specială, iar așchiile pornesc pe o bandă rulantă, ca pe o cărare, până-n pântecul zaharificatorului. Procesul durează vreo 10—11 ore. Soluția obținută este neutralizată, trecută printr-un filtru, răcită și apoi îndreptată spre noi prelucrări. Din ea nu se fabrică însă glucoza solidă, deoarece are o concentrație slabă. De aceea este folosită drept mediu de fermentație pentru fabricarea alcoolului etilic și a drojdiei de bere.

Cum putea fi fabricată, în mod rentabil, glucoza solidă? Folosind acizii concentrați. La primele încercări industriale s-a utilizat drept agent hidrolitic acidul sulfuric concentrat. Rezultatele au deziluzionat:

procedeul se arăta nerentabil pentru a fi aplicat pe scară industrială, datorită consumului exagerat de acid.

Căutând să-l facă rentabil pentru marea industrie, chimistul Bergius înlocuiește acidul sulfuric cu acid clorhidric concentrat. Acesta fiind gazos putea fi recuperat. Dar nici inovația asta n-a dat rezultatele așteptate. Din cauza slăbirii concentrației acidului se căpătau hidrolizate cu numai 6% zahăr reducător. S-a introdus atunci principiul contracurentului. Așa s-a evitat slăbirea concentrației acidului, iar procentul de zahăr reducător a crescut în hidrolizat de la 6% la 65%. Soluția dulce era apoi diluată cu apă și trecută în inversor – aparat în care zaharurile mai complicate se transformă în zaharuri simple de tipul glucozei (monozaharide). În continuare, după mai multe operații, hidrolizatul era prelucrat în glucoza cristalizată sau într-o soluție dulce, menită industriei fermentative.

Dar nici procedeul lui Bergius nu s-a dovedit prea rentabil, deoarece consuma mult acid și abur, iar procesul tehnologic era destul de complicat. Oamenii de știință sovietici au găsit însă o soluție pentru a-i înlătura dezavantajele. Ei au reluat cercetările cu acid sulfuric concentrat, care nu dăduseră rezultate din cauza dificultăților legate de regenerarea acidului.

În acest sens chimiștii sovietici au procedat foarte simplu, încercând să recupereze, într-un fel, acidul sulfuric. Mai precis, ei au rezolvat problema combinând hidroliza lemnului cu fabricarea superfosfatului sau a fosfatului de amoniu – substanțe întrebuințate drept îngrășăminte chimice. Cum se realizează acest lucru? După ce hidrolizează lemnul, acidul sulfuric este folosit la descompunerea apatitelor (combinații ale acidului fosforic cu calciul), pe care le trece în fosfați de calciu. Filtrând soluția rămasă după precipitarea fosfaților, se capătă o zeamă dulce ce poate fi prelucrată mai departe în glucoza cristalizată etc. Astfel cercetătorii sovietici au fabricat glucoza cristalizată cu aparatură și consumuri de materii prime mai mici decât în procedeul propus de Bergius.

Desigur că acestea n-au fost singurele căi folosite de oamenii de știință ca să transforme uriașa moleculă a celulozei în molecule-pitici de glucoză. Printre nenumăratele procedee propuse, merită atenție cel prezentat de Scholler, numit „procedeu de zaharificare a lemnului prin precolare continuu”, și „procedeul hi-drolizei continue” perfecționat în U.R.S.S.

Astăzi hidroliză lemnului are o importantă deosebită pentru industria chimică, pentru că economisește cantități enorme de materii prime comestibile, cum sunt cartofii și cerealele. În afara lor sunt supuse hidrolizei și deșeurile agricole: paiele, cocenii de porumb, cojile de

semințe de bumbac și floarea-soarelui, precum și stuful. Prin hidroliză ele duc la furfurol și xiloză. Xiloza cristalizată este un produs foarte prețios, cu nimic mai puțin dulce decât zaharoza, așa că poate fi folosită în industria alimentară pentru prepararea prăjiturilor, a compoturilor, a siropurilor de fructe, a înghețatei etc. Dar astea nu sunt toate „darurile" xilozei. În contact cu diferite substanțe organice, cu anilină de pildă, formează rășini artificiale utilizabile în industria lacurilor anticorozive și a maselor plastice. Apoi, xiloza poate îi și ea fermentată de diferite microorganisme, dând acetonă, alcool butilic și etilic.

Fire nevăzute

Există vreo legătură între plante și cauciuc sintetic, nylon, perlon, capron, diverse mase plastice, carburanți sintetici, lacuri, dinamită? S-ar părea că niciuna. Totuși fire nevăzute leagă aceste produse de material vegetal.

Hidroliza substanțelor vegetale – a amidonului din cartofi și cereale, a celulozei și hemicelulozelor din lemn și deșeuri vegetale agricole – duce, așa cum am văzut, la substanțe fermentescibile, la glucoza, xiloză, arabinoză și alte monozaharide. Există, însă, vreo apropiere între aceste substanțe și cauciucul sintetic? Niciuna. Mai precis, încă nu este.

Fără îndoială că legăturile nevăzute dintre cauciuc și glucoza ar fi rămas, desigur, multă vreme necunoscute, dacă nu s-ar fi dovedit că alcoolul etilic poate fi transformat în mult căutatul material plastic.

Ca să fabrice alcool etilic din hidrolizatul vegetal, chimiștii n-au avut decât să apeleze la microscopica plantă unicelulară numită popular drojdie de bere, iar științific Sacharomices cerevisae. Dar hidroliza urmată de fermentarea alcoolică nu pune la dispoziția chimistului numai alcoolul etilic, ci și alte produse la fel de importante. Iată, de pildă, ce „daruri" oferă o tonă de lemn de conifere: 151 kg alcool etilic, 110—115 kg-bioxid de carbon lichid, 20—22 kg furfurol, 50 kg drojdie uscată, 3,5 kg alcool metilic, 15 kg terebentină, iar ca deșeu 300—350 kg de lignina (astăzi chimia i-a găsit și ei întrebuințări).

Să ne oprim puțin asupra produselor arătate mai sus, revenind totodată și la cauciucul sintetic. Am preparat alcoolul etilic din produse vegetale. Dar e posibilă oare fabricarea cauciucului din el? Răspunsul l-a dat savantul sovietic S. V. Lebedev, care a reușit să transforme alcoolul în divinii și apoi să-l polimerizeze pe acesta până la cauciuc sintetic.

Dar alcoolul etilic are însă întrebuințări mult mai largi. Am putea spune, fără exagerare, că industria organică de sinteză nu poate lucra

fără el. Și asta pe bună dreptate, căci în lipsa lui nu se pot prepara coloranți, medicamente, mase plastice, fibre sintetice și artificiale etc. Iată cât de important este procesul de zaharificare și fermentare alcoolică a produselor vegetale. Asta cu atât mai mult, cu cât pe lângă alcool etilic se mai produc în timpul fermentării și alte substanțe. Care sunt ele, am văzut. Acum să urmărim ce se poate face din ele, ce perspective deschid ele valorificării materialului vegetal pe cale chimică.

În timpul fermentării soluției dulci ia naștere o mare cantitate de bioxid de carbon. Acesta are diverse utilizări, fiind folosit fie sub formă solidă, de gheață uscată, la diferite amestecuri răcitoare în industria alimentară, fie drept materie primă de bază în industria chimică. Nu trebuie uitat că soda de rufe (carbonatul de sodiu) se fabrică azi prin metoda Solvay, care folosește cantități enorme de bioxid de carbon. Apoi, ați uitat probabil de gazul ce silește apa să țâșnească din sticla sifonului? El este tot bioxid, de carbon. Dar de ploaia artificială ați auzit? Tot bioxidului de carbon i se datorește realizarea!

Când fermentația încetează microorganismele ce au determinat-o pot fi separate, obținându-se fie drojdia alimentară, fie drojdia furajeră – material ideal pentru hrana vitelor, deoarece conține cantități mari de substanțe nutritive, vitamine, săruri etc.

Dar alcoolul metilic, furfurolul, terebentina și lignină? Acestea sunt substanțe la fel de apreciate. Importanța alcoolului metilic este aproape la fel de mare ca și a alcoolului etilic. Pe lângă faptul că e un bun carburant și un apreciat solvent în industria lacurilor, alcoolul metilic constituie, mai presus de toate, o importantă materie primă. Trecut prin niște instalații speciale, în prezența unor catalizatori, el se transformă în aldehidă formică – un constituent principal al maselor plastice de tipul uree-aldehidă formică.

Terebentina nu poate lipsi din industria ce fabrică lacuri și vopsele. Ba nici din cea de parfumuri și medicamente! Furfurolul e o substanță chimică de mare viitor; despre el, însă, vom mai vorbi. Lignina, care până mai ieri era un deșeu, începe să fie valorificată. Capitolul „Asaltul ligninei” din această carte îi este închinat în întregime. Materie primă a cărbunilor activați, ea formează, de asemenea, sub formă de brichete, un combustibil apreciat. Prin oxidare dă naștere la acizii: acetic, formic, oxalic și succinic. Prin reducere formează numeroase hidrocarburi, iar prin diverse operații chimice chiar vanilină, substanță frumos mirositoare, folosită la orice prăjitură.

Întrebuințând alte microorganisme în locul drojdiei de bere, sucul dulce oferă: acenonă, butanol, acizi grași, acid lactic, citric, acetic etc. Iar în prezența sulfitului de sodiu, o parte însemnată din substanțele

dulci ale hidrolizatului, sub acțiunea unui anumit ferment, se transformă în glicerina.

Iată câte substanțe chimice se pot fabrica pornind de la hidroliza produselor vegetale. Toate acestea sunt legate cu fire nevăzute de nenumărate produse întâlnite zilnic. Chimia ne înarmează însă cu multe cunoștințe care ne permit să vedem din zi în zi tot mai clar aceste legături dintre plante și bunurile de larg consum.

Benzenul în pericol?

Anul 1832 a scos la iveală, din sacul fără fund al naturii, încă o substanță chimică numită mai târziu furfurol. Ca orice produs nou-născut, furfurolul n-a căpătat la început nicio întrebuințare, ci etichetat și trecut în catastifele chimiștilor a așteptat aproape un secol până ce și-a făcut și el un drum în lume.

Așteptarea nu i-a fost însă zadarnică. După primele întrebuințări, oamenii de știință și-au dat seama că au în față o substanță deosebit de importantă pentru industria chimică de sinteză. Într-adevăr, furfurolul, datorită calităților sale, a devenit un adversar de temut la titlul de campion al produselor chimice, titlu deținut până mai ieri cu autoritate de benzen.

Să vedem cine este noul adversar al benzenului. Furfurolul, pe numele său chimic 2-formil-furanol, este un lichid incolor. Mirosul său e plăcut, ca al aldehidelor aromatice. Fierbe la 161°C. În relațiile sale chimice se aseamănă cu aldehida benzoică. Prin oxidare trece în acid piromucic, iar prin reducere, în furfur-alcool. Acestea nu sunt, însă, singurele reacții importante ale furfurolului. Privindu-i formula, se poate constata că nu-i o substanță prea complicată.

Totuși, pentru obținerea lui a fost nevoie să intervină chimia și plantele.

Vă veți întreba, desigur, ce legătură poate fi între plante și furfurol? Una foarte strânsă, pentru că interesanta substanță se obține prin prelucrarea plantelor. Din bogatul material vegetal pus de natură la dispoziția sa, chimistul s-a oprit asupra unor resturi. E vorba despre tulpinile de porumb, cojile de sămânță de floarea-soarelui și de bumbac, pleava de ovăz și de orez, cocenii de porumb, sâmburii de prune etc. Dar ce cuprind plantele de pot da naștere furfurolului? Am aflat din capitolele precedente că în constituția lor se găsesc și hemiceluloze. Și printre ele se află pentozani – substanțe chimice înrudite cu zaharurile.

De la pentozani până la furfurol drumul trece prin eprubeta chimistului, care apelează la vechea noastră cunoștință… hidroliză. Ea

transformă pentozanii în pentoze și mai departe în furfurol. Din fiecare moleculă de pentoză, prin pierderea a trei molecule de apă, se formează o nouă moleculă de substanță.

Prepararea furfurolului la noi în țară a început recent, în anul 1949. Se știa de mult că deșeurile de la fabricarea uleiului din floarea-soarelui – cojile – pot fi transformate în furfurol. Pentru regimul burghezo-moșieresc lucrul acesta n-avea importanță; furfurolul necesar slabei noastre industrii chimice se importa. De aceea în curțile fabricilor de uleiuri se adunau mari cantități de coji. Așa că administrațiile fabricilor erau mulțumite când cetățenii veneau să le ia pentru foc. De unde puteau ști acești oameni că ardeau un produs prețios, o materie primă din care se putea fabrica un solvent apreciat, mase plastice, fibre sintetice, medicamente, fungicide!

Starea asta a durat până în ziua când tehnicienii și inginerii unei fabrici de uleiuri din București – datorită condițiilor nou create – au pus la punct o instalație specială pentru fabricarea furfurolului. Cu aceasta cojile căpătară o întrebuințare mult mai înaltă.

Cum se desfășoară procesul tehnologic într-o asemenea instalație? Cojile de floarea-soarelui sunt măcinate și introduse în niște autoclave, adică în niște căldări mari, închise ermetic. După încărcare se introduce acid sulfuric diluat, cu care are loc hidroliza pentozanilor, apoi abur supra-încălzit. Din când în când aburul părăsește autoclava, ducând cu el produsele hidrolizei. Aburul scăpat din autoclave ajunge la o coloană de distilare, unde produsele antrenate se separă unele de altele. Astfel, în partea de jos a coloanei cade apa, acidul acetic, alcoolul metilic etc, în timp ce în partea superioară urcă vaporii de furfurol, de apă și ceva alcool metilic. Din condensatul obținut se separă apoi furfurolul brut. Acesta-i supus apoi unor noi prelucrări, până se capătă produsul pur.

Am prezentat, pe scurt, procesul tehnologic care nu-i de loc simplu. Dar valoarea produsului obținut merită oricâtă strădanie. Mai mult, fabricarea furfurolului pune la dispoziția industriei chimice încă o substanță aproape la fel de valoroasă – solventul 13 D. Acesta se extrage din leșiile reziduale și înlocuiește cu succes acetona.

Am văzut ce este furfurolul, care-i sunt proprietățile și cum se obține. Să ne oprim puțin asupra utilizărilor sale, deosebit de interesante. Furfurolul este solubil în apă, însă solubilitatea lui nu-i completă. Dacă-l amestecăm cu o cantitate de apă, se formează două straturi de lichid. În cel superior – „stratul apos” – se află apă și puțin furfurol, iar în cel inferior – „stratul furfurolic” – furfurol și puțină apă. Deci, cele două lichide nu se dizolvă complet unul într-altul.

O comportare asemănătoare are și când este amestecat cu ulei

vegetal. În asemenea condiții el dizolvă numai anumite părți din uleiul vegetal, realizând ceea ce în tehnică se numește „dizolvare selectivă”, furfurolul fiind un „solvent selectiv”. Datorită acestor calități este folosit astăzi pentru rafinarea uleiurilor. De exemplu, cu ajutorul furfurolului, din uleiul de soia se poate prepara un ulei comestibil și un ulei tehnic sicativ, utilizat în industria lacurilor și vopselelor.

Dacă ai întreba pe un mecanic care sunt defectele obișnuite ale uleiurilor lubrefiante, ți-ar răspunde: instabilitatea și variația vâscozității lor o dată cu creșterea temperaturii. Or, ele nu trebuie să prezinte asemenea defecte, deoarece cauzează motoarelor. Plantele și chimia au venit în ajutorul lor, bineînțeles, tot prin furfurol. Acesta dizolvă din produsul petrolifer componenții aromatici și olefinici, dăunători calităților lubrefiante ale uleiurilor. Calitățile furfurolului ca solvent selectiv nu se opresc aici. Uleiurile de turbină, de transformator, de avion, de răcitoare, de ficat de pește bogat în vitamina A etc. nu se pot lipsi de furfurol.

Furfurolul a găsit utilizări și în fabricarea cauciucului sintetic. Butadiena, principalul produs intermediar folosit la obținerea unui tip de cauciuc, se purifică tot cu el. Mai mult, transformând furfurolul în hidrofuran, se poate ajunge la butadiena. Iată că baza de materii prime a cauciucului sintetic s-a mai lărgit i elasticul material se poate fabrica și din cojile semințelor de floarea-soarelui! Floarea-soarelui contra Hevea brasiliensis! Să recunoaștem că este o mare realizare a chimiei!

Avântul industriei furfurolului nu se datorește numai celor arătate mai sus. Ultimii zeci de ani au arătat că aromaticul produs poate fi și o apreciată materie primă pentru industria chimică de sinteză. Combinându-l cu fenol se capătă o masă plastică din familia fenoplastelor. Cu ureea duce la aminoplaste – mase plastice folosite la fabricarea farfuriilor, ceștilor, jucăriilor etc. Chiar relonul, nylonul, perlonul și capronul se pot produce, așa cum vom vedea, din furfurol!

Furfurolul reprezintă totodată și o materie primă pentru industria chimico-farmaceutică. Astfel, în anul 1944 chimiștii sovietici au sintetizat „nitrofuranul” – substanță cu puternice proprietăți bacteriostatice și cu o toxicitate scăzută, folosită împotriva tuberculozei. Cercetătorii sovietici au întrebuințat furfurolul și la fabricarea unor noi clase de anestezice numite „furocaine”. De pildă, chimiștii A. L. Mendjoian și S. P. Zakrividoroga au sintetizat o substanță somniferă mai puternică decât luminalul.

În anul 1949 chimiștii români au preparat din furfurol, mercur și alte substanțe chimice un fungicid antimăluric. Tratat cu el, grâul de sămânță nu mai este atacat de ciuperca microscopică ce provoacă mălura. Industria coloranților n-a rămas nici ea pasivă la marșul

triumfal al furfurolului. Folosit în locul benzaldehidei la prepararea verdelui malachit, furfurolul dă un colorant mai intens decât acesta.

Lista utilizărilor moderne a furfurolului nu s-a încheiat. Dar exemplele date sunt suficiente pentru a înțelege marea lui importantă. De aceea suntem îndreptățiți să credem că în viitorii ani el va ajunge din urmă benzenul și, cine știe, poate să-l întreacă.

FERMENŢII LA LUCRU

Descoperiri epocale

Cel care a observat pentru prima dată că laptele proaspăt muls se acrește peste câteva zile a descoperit, fără voia sa și fără să-și dea seama, fermentația. El a deschis poarta ce poate duce spre cauciucul sintetic, mase plastice, fibre sintetice, solvenți, antibiotice, și multe, multe alte produse fabricate de chimist din cele mai variate materii prime.

Deși oamenii cunoșteau de mii de ani fenomene ca i transformarea mustului în vin, oțetirea vinului sau înăcrirea laptelui, totuși, până nu de mult nu se știa cum au loc aceste prefaceri. Faptul apare cu atât mai curios, cu cât cele trei fermentații amintite mai sus erau folosite în practică pe scară industrială. Lămurirea proceselor fermentative a fost posibilă abia după ce omul a pătruns mai adânc în vastul domeniu al lumii vegetale nevăzute, în lumea plantelor inferioare microscopice. Colțul vălului ce acoperea această lume a fost ridicat în 1675 de Antoni van Leeuwenhoeck din orășelul olandez Delft. Acesta descoperi, cu ajutorul unui microscop primitiv construit de el, că în apă trăiesc nenumărate ființe minuscule.

„ — Nu e cu putință! a exclamat el privind imaginea din câmpul microscopului. Atâtea animale într-o picătură de apă! Și noi bem o dată cu apa și aceste animale, aceste... bestii?!”

Descoperirea făcută îi dădu lui Leeuwenhoeck mult de gândit, dar, mai ales, de lucru. Olandezul cel curios începu acum să cerceteze toate apele ce-i cădeau în mână: apa din fântână, apa din cana de pe masă, apa din canalele orășelului: în toate găsi ființe minuscule. Leeuwenhoeck, în aparență un bătrân ursuz și ascuns, comunică minunatele lucruri văzute la microscop Societății Regale de Știință din Londra, ajungând astfel la cunoștința întregii lumi științifice. De aici încolo nenumărați cercetători, aplecați asupra microscoapelor,

descoperă că multe boli se datoresc acestor ființe microscopice.

Cu toate progresele uimitoare ale microbiologiei, până acum 100 de ani nimeni nu bănuia că ar exista vreo legătură între microorganisme și procesele de fermentație. Cel ce avea să stabilească asemenea legături a fost vestitul savant francez Louis Pasteur.

Cu mult înaintea lui Pasteur, doctorul Jean Baptiste van Helmont amintise ceva și despre fermenți. Aceștia erau, după el, asemeni luminii, focului sau sunetului. Tot el împreună cu Sylvius de la Boe numesc gazul ce se degajă la fermentația vinului „gaz vinorum”. Mai târziu, un francez pe nume Cagniard Latour descoperă că globulele de drojdie de bere sunt vii și că transformă substanța orezului în alcool. Mai mult despre legătura dintre fermenți și microorganisme nu se știa.

Întâmplarea a făcut ca geniul lui Pasteur să intervină pentru a lămuri, o dată pentru totdeauna, legătura între aceste două elemente. Iată cum s-au întâmplat lucrurile.

În orașul Lille trăia un fabricant de spirt care folosea sfecla de zahăr pentru obținerea arzătorului lichid. Distileria nu mergea însă prea bine, și adeseori patronul trebuia să constate, cu părere de rău, că sfecla supusă fermentației nu era bună decât de aruncat. Ceva nu era în regulă, și acest „ceva” îi producea mari pagube fabricantului. El se adresă lui Pasteur, pe atunci în vârstă de numai 30 de ani, dar profesor universitar. Acesta acceptă să se ocupe de problemă, cu toate că în primul moment nu știa de unde să înceapă. Răspunsul pe care trebuia să-l dea era: din ce cauză, câteodată, încetează fermentația?

După multe experiențe Pasteur descoperi că în probele luate din căzile unde fermentația nu se produce, se află acid lactic în loc de alcool etilic! Studiind la microscop lichidul, constată că în loc de drojdie de bere se dezvoltau aici niște bastonașe – bacili. Cu această descoperire au apărut și zorile unei noi științe: bacteriologia.

Acum lucrurile erau clare: bastonașele se dezvoltau în lichid împreună cu drojdiile, le ucideau pe acestea, și astfel în loc de alcool etilic se obținea acid lactic. Îi trebuiau însă dovezi, iar acestea nu întârziară să apară după numai câteva experiențe memorabile. Totodată Pasteur demonstrează că fermentația nu poate avea loc în lipsa microorganismelor.

Pasteur limpezise problema. Sau cel puțin așa credea el. Iată însă că o singură frază scrisă de marele Claude Bernard, creatorul fiziologiei moderne, și care spunea că zahărul se transformă în alcool datorită unei enzime conținute în drojdie, zdruncină din temelii teoria lui Pasteur. „Cum, adică – zicea el – e posibilă fermentația în absenta drojdiilor? Nu, lucrul acesta nu e posibil, și-l voi dovedi!” Și, într-adevăr, Pasteur face această dovadă. Totuși Claude Bernard avusese dreptate.

Chimistul german Eduard Büchner extrage din drojdie „zimaza”, enzima care transformă zahărul în alcool. Acum lucrurile erau clarificate: fermentația are loc numai în prezenta microorganismelor, acestea dând naștere enzimelor. La rândul lor, enzimele duc la transformările chimice din mediul de cultură unde se dezvoltă microorganismele. Problema fermentației era, în sfârșit, lămurită.

Să facem cunoștință cu enzimele

Personajele despre care vom vorbi acum sunt deosebit de importante. Ele sunt întâlnite peste tot în natură, acolo unde au loc prefaceri biochimice ale substanțelor organice. Iată câteva exemple, care cuprind în sfera lor întreaga lume vie de pe pământ: germinarea semințelor, asimilația clorofiliană, respirația plantelor, metabolismul din corpul animal, precum și multe alte procese folosite de om în vederea fabricării alcoolului, acidului acetic, acidului lactic, glicerinei, antibioticelor etc.

Dar ce sunt enzimele? Sunt substanțe produse de celula vie, capabile să determine anumite procese prin care iau naștere în mediul de fermentare produse chimice noi. În tot timpul proceselor enzima rămâne neschimbată. Totodată se observă că foarte mici cantități de enzimă produc transformarea unor cantități importante de substanță organică. Așa stând lucrurile, adeseori enzimele au fost comparate cu catalizatorii, și pentru acest motiv au mai fost numite și biocatalizatori, adică catalizatorii vieții. De altfel, după descoperirea lor, enzimele au fost numite diastaze, apoi fermenți. Astăzi s-a adoptat însă denumirea de enzime.

Substanța atacată de enzimă poartă numele de „substrat”, iar procesul enzimatic este denumit prin adăugarea terminației „litic” la numele substratului. De pildă: „proteolitic” este procesul de transformare a proteinelor etc. Din punct de vedere chimic enzimele au o compoziție apropiată proteinelor.

Constituția chimică a enzimelor a permis biochimiștilor să le separe în câteva mari categorii. Astfel, ei au separat enzime formate dintr-o proteină și un pigment de tipul heminei, care se găsește și în hemoglobina din sânge. O altă categorie de enzime o formează enzimele cu coenzime. Acestea sunt alcătuite prin unirea unei proteine specifice cu o substanță chimică activă. A treia categorie de enzime o constituie metalo-enzimele. Ele rezultă prin combinarea unei proteine cu un metal (cupru, mangan, zinc). Cea de a patra categorie de enzime poartă numele de protoenzime și sunt formate numai din proteine. Partea proteică a enzimelor din primele trei categorii a fost numită de

bio-chimiști suport coloidal sau „feron”, iar partea neproteică – grupare activă sau „agon”. Dar biochimiștii, dorind să pună puțină ordine în lumea enzimelor, le-au mai împărțit și în alte mari grupe. Nu ne vom ocupa însă de ele, deoarece fac obiectul unei științe foarte vaste.

Cum acționează enzimele?

Am spus mai înainte că ele au însușiri de catalizatori. Acționează în cantități mici asupra unor cantități foarte mari de substanță organică supusă fermentării. La fel ca și catalizatorii ele grăbesc producerea reacțiilor chimice. Uneori enzimele intră în mod direct și nemijlocit în unele reacții, formând combinații chimice nestabile, intermediare, cu substanțele asupra cărora își exercită acțiunea. Deci, în primul moment al unei astfel de reacții are loc formarea unei combinații chimice nestabile între enzime și substanța asupra căreia acționează. Imediat, însă, combinația dintre enzimă și substanța (substrat) asupra căreia a acționat se desface, enzimă se reface rezultând produsul de reacție. Dar spre deosebire de catalizatorii obișnuiți (minerali), care pot acționa asupra celor mai variate substanțe, enzimele au o acțiune specifică. Aceasta înseamnă că ele au însușirea de a lucra totdeauna numai asupra unei substanțe. De exemplu, orice zahăr fermentescibil are enzimă sa: lactoza-lactaza, zaharoza-zaharaza, maltoza-maltaza etc.

Nectarul viilor

Când mergi cu trenul sau cu mașina în sus, pe valea Oltului, spre Râmnicul Vâlcea, treci pe la Drăgășani. Aici, de o parte și de alta a drumului, se întind pe sute de hectare plantațiile de vii. Aceeași priveliște ai să găsești și în alte părți ale patriei noastre: la Cotnari, Panciu, Odobești, Murfatlar, pe valea Târnavei, pe Dealul Mare, și ici-colo, în mai toate locurile, la câmpie sau la deal, în jurul așezărilor omenești. De aici se trimit în toate regiunile țării vinuri alese, a căror faimă a trecut de mult granița.

Dar ce este vinul? O întrebare banală, veți spune, și pe bună dreptate. Asta, fiindcă azi toată lumea știe că vinul este produsul rezultat în urma fermentării alcoolice a mustului. Iată însă și o întrebare mai puțin banală: de cât timp cunoaște omul vița de vie și, respectiv, vinul? Desigur că acum răspunsul nu mai e atât de ușor de dat.

Nimeni nu cunoaște precis locul de origine a viței de vie, a plantei „Vitis vinifera” – cum îi spun botaniștii. Cu toate acestea este indiscutabil că vița se simte „ca la ea acasă” în Asia de Sud, Transcaucazia și Europa. Să fie ea originară din aceste locuri? Se poate. Cele mai vechi urme ale viței de vie în Europa au îost găsite în locuințele lacustre ale omului preistoric.

Vinul era foarte apreciat de popoarele antice: asirienii, babilonienii, perșii, egiptenii, grecii. Grecii au dus cultura viței de vie până în sudul Franței. Romanii, ocupând această regiune, găseau că, într-adevăr, vinul este o băutură „divină”, demnă de zei. De aceea se grăbesc să o adopte, împrumutându-l totodată și pe zeul Bachus, care la greci se numea Dionisos.

Romanii au răspândit cultura viței de vie în multe regiuni. Astfel, în timpul lor ea ajunge în Anglia, în Alsacia, în Ungaria etc. În Dacia cultura viței de vie era binecunoscută înaintea ocupării ei de către romani. An de an cultura viței de vie s-a întins în regiunile cu climă prielnică. Astăzi se găsesc în lume locuri renumite, unde se produc vinuri de cea mai bună calitate. Cu toții cunoașteți sau ați auzit de: Champagne, Rhein, Malaga, Madera, Porto, Bordeaux, Tokai, Xeres, Cipru, fără a mai aminti de regiunile din țara noastră, vestite în lumea întreagă. Rezultat prin truda unui microorganism vegetal, vinul ocupă azi un loc important în viața economică a multor țări.

Fiind un produs de fermentare a mustului, vinul conține o serie de substanțe importante. Pentru a motiva cele spuse este necesară o analiză, care va arăta că vinul conține: apă, alcool etilic și, în afară de acestea, zaharuri, glicerina, acid succinic, grăsimi, acetali, esteri, vitaminele C, B1, B2 și PP, substanțe azotate, pectice, gume vegetale, precum și substanțe minerale: potasiu, calciu, magneziu, aluminiu, mangan, fosfor, sulf, clor, siliciu etc.

Enologia, – știința care se ocupă cu producerea și îngrijirea vinului, – considerată mult timp o artă ce se transmitea din tată în fiu, a reușit, studiind condițiile de dezvoltare ale microorganismelor ce produc fermentația alcoolică, să elaboreze norme precise care duc la obținerea unor produse de cea mai bună calitate. În această luptă rolul chimistului a fost și este deosebit de important. Asta, deoarece omul deși primește ajutor de neprețuit din partea minusculelor ființe ce transformă mustul în vin, el are și nenumărați dușmani tot în rândul acestor ființe, care nu numai că nu contribuie la prepararea vinului, ci mai mult, îl strică chiar pe cel fabricat.

Pentru fabricarea vinului există nenumărate metode, care diferă atât după varietatea de strugure prelucrat, cât și după vinul pe care dorim să-l producem: vin obișnuit, spumos, șampanie, licoros etc. Noi vom arăta aici, pe scurt, cum se obține vinul obișnuit în marile podgorii.

Aduși la cramă, strugurii sunt zdrobiți. După zdrobire o parte din must iese singur din boabe, despărțindu-se de boștină (carnea, pielița și sâmburii). Boștina reține însă o mare cantitate de must. De aceea este supusă unei presări, din care rezultă, pe lângă must, și boștina presată numită tescovină. De la această operație (uneori chiar înainte de

presare), procesul tehnologic al fabricării vinurilor albe se diferențiază de cel al fabricării vinurilor roșii, prin separarea – în primul caz – a mustului de pielițe și sâmburi. Mustul căpătat se limpezește și este supus fermentației.

De-acum încolo începe adevărata luptă pentru vin, adică munca pentru obținerea unui vin de calitate.

Fermentarea mustului se face în vase speciale, folosindu-se ciupercile zacharomicete. Ea este în principiu o fermentație alcoolică și constă în transformarea zahărului din must în alcool etilic și bioxid de carbon. În realitate, fermentația nu se rezumă numai la transformarea zahărului în alcool, pentru că în afară de alcool și bioxid de carbon se produc: acid succinic, glicerina, acetali, alcooli superiori etc, substanțe care-i dau vinului așa-numitul buchet.

Ca fermentația mustului să decurgă în cele mai bune condiții, specialiștii se conformă acestei reguli de aur: „întrebuințează fermenți selecționați! împiedică accesul aerului la mustul ce fermentează! Reglează temperatura! Hrănește drojdiile ce produc fermentația!” Nerespectarea ei duce la produse nesatisfăcătoare.

Fermentația propriu-zisă decurge, din punct de vedere al aspectului și al proceselor biochimice ce au loc în timpul ei, în două faze: fermentația zgomotoasă sau tumultuoasă și fermentația liniștită. Prima durează 5—8 zile și-i caracterizată printr-o accentuată ridicare de temperatură și o puternică dezvoltare de bioxid de carbon. Fermentația liniștită sau secundară durează 2—3 săptămâni sau mai mult. Ea se caracterizează printr-o degajare mică de bioxid de carbon și prin limpezirea vinului. În cazul vinurilor roșii, după fermentația zgomotoasă se separă vinul de boștină, apoi fermentația continuă.

O dată cu încetarea fermentației mustului și transformarea lui în vin, nu ia sfârșit și munca specialistului de la cramă. Putem spune că începe munca cu adevărat grea, fiindcă-i simplu să fabrici vinul, dar mult mai greu să-l conservi, să-l îngrijești și să-i îmbunătățești calitatea. De aceea vinul e limpezit folosind diferite procedee. Specialiștii în vinificație pot interveni, când este cazul, pentru a corecta culoarea, gustul, tăria sau aciditatea unui vin, amestecându-l cu un alt vin sau cu mai multe. Operația poartă numele de cupajare. De asemenea ei pot grăbi maturizarea și învechirea vinurilor – faze în care vinul ajunge la o limpezime stabilă, iar gustul și aroma sunt ireproșabile. În unele unități industriale vinurile sunt prelucrate pentru a fi transformate în vinuri spumoase, în vinuri licoroase, în șampanie – băuturi foarte apreciate pentru gustul lor deosebit.

Iată-ne acum la sfârșitul acestui capitol în care am vorbit despre darurile viței de vie. Dar n-am spus încă tot despre ea. Chimiștii au

găsit că vinul este numai unul din produsele date de viţă omului. Căci din prelucrarea strugurilor cu prilejul vinificației se obțin trei produse secundare: tescovina, drojdia de vin și semințele – materii prime pentru câteva substanțe foarte importante, a căror valoare poate să reprezinte până la 50% din valoarea produsului principal, vinul.

Ce produse se obțin din aceste materii prime? Rachiu, alcool pur, tanin, acid tartic, ulei comestibil și industrial, îngrășăminte chimice și nutreț pentru vite.

Semințele se separă de tescovină trecându-le manual sau mecanic prin niște site: uscate, ele conțin 10— 15% ulei și 4—6% tanin. Ca să se extragă aceste produse semințele sunt sfărâmate, apoi sunt presate în prese hidraulice (când se obține ulei comestibil), sau sunt tratate cu solvenți selectivi (când se obține ulei industrial). Taninul se extrage tot cu ajutorul solvenților. Pentru aceasta se tratează sfărâmăturile de semințe cu alcool sau apă caldă, în care taninul se dizolvă. Din 100 kg semințe se pot obține 12 litri ulei și 6—8 kg tanin.

Din tescovină se fabrică, prin distilare, rachiu de tescovină sau spirt, după ce în prealabil a fost supusă unei noi fermentări, deoarece mai conține zahăr nefermentat. Tescovina rămasă după distilare reprezintă un nutreț pentru vite bogat în hidrați de carbon, grăsimi și proteine. Dar ea poate fi transformată și într-un bun îngrășământ agricol, bogat în azot și acid fosforic.

La pritocirea vinului rămâne pe fundul butoaielor drojdia de vin. Ea conține alcool și săruri tartrice. Alcoolul e valorificat prin distilare sub formă de rachiu de drojdie, iar sărurile tartrice sub formă de... sare de lămâie. Această substanță, cunoscută de toate gospodinele, n-are nicio legătură cu fructul plantei citrice ce ne vine din regiunile calde. Ea nu este altceva decât acidul tartric, care se poate scoate fără prea mare greutate din tirighia (bitartratul de potasiu) cuprinsă din belșug în drojdia de vin.

Vița de vie mai pune la dispoziția chimiștilor o sursă de materii prime. E vorba de coardele de viță. După cum au dovedit cercetările oamenilor de știință sovietici și lucrările unor chimiști de la Institutul Politehnic din Iași, coardele viței de vie trebuie socotite printre materiile prime importante în industria sărurilor de potasiu. Într-adevăr, arzând aceste coarde, din cenușa lor se pot extrage săruri de potasiu nu numai pentru îngrășăminte agricole, dar și pentru industrie.

Și cu aceasta am încheiat cele ce aveam de spus despre „Vitis vinifera” – vița de vie – bogăție neprețuită a patriei noastre, pusă în valoare de minusculele organisme care îi transformă dulceața în vinuri renumite.

Orz contra viță de vie

Vița de vie, respectiv vinul, a avut și are „concurenți”. În Africa, de pildă, se face o băutură fermentată alcoolică din pepene; aceeași băutură se consumă și în partea de sud a Uniunii Sovietice, precum și în unele țări din Orient. Pentru a afla rețeta acestei băuturi răsfoiți cunoscuta carte „1001 de nopți”, unde Sinbad marinarul o descrie.

Dar nu numai pepenele a fost adversarul viței de vie. S-a făcut și se fac băuturi din seva de mesteacăn, din suc de trestie de zahăr, din fructe de palmier, din mere, pere, agrișe, prune, corcodușe, zmeură, mure etc. Pe lângă aceste băuturi mai există una, făcută din orz. E vorba, așa cum desigur bănuiți, despre… bere.

Când și unde s-a născut spumoasa băutură e greu de spus. Se pare că în vechiul Babilon berea era cunoscută, bineînțeles nu sub forma de astăzi, ci sub forma unei băuturi alcoolice mai mult sau mai puțin acidulată, preparată din pâine. Deși grecii și romanii cunoșteau berea, nu o prețuiau prea mult. În schimb, la germanii din nordul Imperiului Roman ea era la loc de cinste. Aceștia preparau berea din orz și îi puneau pentru gust coajă de stejar și hamei sălbatic. Pe la începutul evului mediu hameiul începe să fie cultivat special pentru bere. În acest timp mânăstirile se ocupă direct cu prepararea ei. De altfel erau renumite mânăstirile din nordul Galiei, unde călugărul care se ocupa de fermentarea ei se numea „Cambrinus”; de aici vine și legenda cu regele Gambrinus, inventatorul berii.

Prepararea berii pe scară industrială începe prin secolul al XIV-lea și se dezvoltă neîncetat. Pe teritoriul R. S. Cehoslovace, unde se fabrică renumita bere Pilzen, au existat, numai în Cehia, așa cum arată istoriograful W. Tomek, între anii 1348 și 1419, nu mai puțin de 55 fabrici de bere și 36 fabrici de malț.

Puțini sunt aceia care nu știu din ce se fabrică berea. În schimb sunt destui care nu știu cum se fabrică. Această băutură o datorăm tot unei micuțe plante monocelulare, unei drojdii din specia Saccharomyces cerevisiae, care transformă zaharurile din plămada de orz în alcool etilic. Din punct de vedere chimic ea este o băutură slab alcoolică, bogată în substanțe organice și anorganice. Spre deosebire de vin, care se consumă după ce mustul a fermentat complet, și e cu atât mai bun cu cât e mai vechi, berea se consumă proaspătă, când fermentarea ei nu-i completă.

Materia primă folosită la fabricarea berii o formează: orzul, hameiul și… apa, care trebuie să întrunească o serie de calități. Deși procesele chimice și microbiologice ce au loc la fabricarea berii au fost îndelung cercetate, totuși multe din detaliile diferitelor operații sunt încă

necunoscute, de aceea practica și experiența au un cuvânt greu de spus în prepararea berii.

Fabricarea berii începe cu operația numită malțificare, care are drept scop producerea malțului. Câteodată malțul se produce chiar în fabrica de bere, alteori în unități independente. Din malț, cu ajutorul apei și al microorganismelor, se prepară apoi berea. Pentru asta malțul este măcinat și amestecat cu apă ca substanțele solubile din el să treacă în soluție (must).

După filtrare, menită să elimine cojile și substanțele insolubile din soluție, mustul limpede, numit și must primitiv, este fiert cu hamei. Rostul acestei operații este să sterilizeze și să concentreze mustul ce conține maltoza, să distrugă enzimele, să coaguleze proteinele, și să treacă în must substanțele aromatice din hamei. După ce este răcit, mustul poate fi fermentat. Pentru asta i se adaugă drojdii.

După „însămânțarea" drojdiei începe fermentarea primară sau principală. Ea durează 8—10 zile, și se face în vase deschise sau acoperite, după cum se urmărește sau nu captarea bioxidului de carbon. Când fermentația primară a încetat, berea e trasă în alte vase unde are loc fermentația secundară. Practic, fermentația secundară a berii durează 30—90 zile. După ce a încetat și aceasta, berea e filtrată și trasă în butoaie sau sticle, pentru a fi dată în comerț.

Procesele chimice și biochimice ce au loc la obținerea unei beri de bună calitate sunt complicate. Ele nu pot fi explicate prin câteva formule. Se știe că drojdiile suportă destul de bine temperaturi și presiuni joase, se cunoaște de asemenea influența pe care o au asupra lor pereții vaselor de fermentare, lumina și oxigenul, cu toate acestea fabricarea berii mai are secrete. Fără îndoială însă că în curând știința le va afla.

„Aqua vitis"

Unul dintre cele mai vechi procese fermentative folosite de om a fost, așa cum am văzut, fermentația alcoolică. Cu timpul, când tehnica s-a înfiripat și dezvoltat, și când omul a constatat că alcoolul poate fi folosit nu numai pentru fabricarea băuturilor, ci și în alte scopuri, producerea lui a început să se facă pe scară largă.

Înainte de a afla cum reușesc microorganismele să transforme anumite substanțe în alcool etilic sau spirt, cum mai este numit, să vedem ce este el. Să deschidem o carte de chimie. Vom citi: alcoolul etilic este un lichid incolor, foarte fluid, cu gust arzător și miros caracteristic. Este foarte inflamabil. Fierbe la 78,3°C la presiunea normală și îngheață la —130°C, când se transformă într-o masă albă. Se

amestecă cu apa în orice proporție. Formula sa chimică este C_2H_5OH. Utilizările lui sunt nenumărate. În afară de prepararea băuturilor, alcoolul etilic se folosește la fabricarea maselor plastice, a lacurilor, a materiilor colorante, a fibrelor sintetice și artificiale, a cloroformului, a eterului etilic, precum și a unui număr foarte mare de produse chimico-farmaceutice.

Cam acestea sunt datele pe care le veți găsi în orice carte de chimie, referitor la alcoolul etilic. Noi nu ne vom opri însă asupra lor, ci vom căuta să aflăm taina prin care micile organisme pot fabrica, fără instalații și sursă de energie, arzătorul lichid pe care băștinașii din America de Nord îl botezaseră cu binemeritatul nume de „apă de foc”, iar călugării din evul mediu cu „aqua vitis”, adică „apa viței de vie” – pentru că pe vremea aceea se prepara prin distilarea vinului.

Pentru fabricarea alcoolului etilic în industrie, chimiștii folosesc două metode: metoda prin sinteză și metoda fermentativă sau biologică.

Pe cale biologică alcoolul etilic se capătă în urma fermentării soluțiilor zaharoase fermentescibile. În natură sunt nenumărate asemenea substanțe. Mânuitorii eprubetelor au dovedit însă că materiile prime necesare sunt inepuizabile, descoperind totodată și metode de fabricare din substanțe nefermentescibile, cum ar fi, de pildă, celuloza și zaharoza (zahărul obișnuit). Dacă am rezuma cele câteva surse de materie primă, am vedea că alcoolul se poate fabrica din materii prime amidonoase, zaharoase, celulozice și materii prime ce conțin alcool.

Principala materie primă folosită în fabricile de spirt o constituie substanțele amidonoase. Așa cum le spune și numele, ele conțin amidon. Această grupă îmbrățișează toate cerealele (grâu, porumb, orz, ovăz, secară, mei, măturică etc), cartofii, precum și leguminoasele (fasole, mazăre, linte, bob etc); de asemenea castanele sălbatice și ghinda. Cum amidonul nu este direct fermentescibil, el trebuie descompus în zaharuri mai simple, hidrolizat. Descompunerea poate fi făcută fie cu acizi minerali diluați, fie cu ajutorul unei enzime, numită diastază sau amilază, aflată în boabele cerealelor încolțite.

A doua grupă importantă de materii prime o formează substanțele zaharoase. Acestea conțin zaharuri fermentescibile cu ajutorul drojdiei, fie direct, fie după transformarea cu o enzimă hidrolizantă, secretată de celula de drojdie. Printre ele găsim: zahărul (zaharoza), sfecla de zahăr și sfecla furajeră, melasa etc.

În ultimul timp substanțele celulozice au fost și ele asaltate de chimiști, care și-au dat seama că au în față o sursă inepuizabilă de materii prime necesare industriei fermentative. Spre deosebire de celelalte polizaharide, celuloza nu este solubilă în apă. Pentru a o

solubiliza este supusă unor tratamente energice prin fierbere cu acizi, când se transformă în zaharuri fermentescibile. Cele mai răspândite materii prime celulozice ce pot fi valorificate în industria spirtului sunt: lemnul, stuful și plaurul. Fabricile de celuloză și hârtie pun la dispoziția industriei spirtului o nouă materie primă – leșiile bisulfitice. Acestea reprezintă un deșeu de la fabricarea celulozei din lemn, și cuprind printre altele, circa 2,5% zaharuri fermentescibile, provenite prin hidroliza celulozei.

În sfârșit, o ultimă sursă o formează substanțele care conțin alcool. Astfel, alcoolul se poate fabrica din vin, drojdie, tescovină, țuică și alte băuturi alcoolice. Totuși acestea nu sunt folosite decât în cazuri excepționale, când au defecte de fabricație sau boli care le fac improprii consumului.

Și acum, după ce am aflat sursele folosite pentru fabricarea alcoolului, să vizităm o fabrică de spirt unde se prelucrează materii prime amidonoase. Înainte de a începe vizita, trebuie să știm că principalele operații din fabrică se rezumă la prepararea plămezii, prepararea malțului, zaharificarea plămezii, fermentarea și distilarea.

Prepararea plămezii constă în fierberea materiei prime amidonoase sub presiune, în niște vase mari – autoclave. Rostul fierberii este să transforme amidonul în cocă. Fac excepție numai grâul, meiul și secara măcinate fin, deoarece amidonul lor poate fi zaharificat de diastază, chiar fără transformare în cocă.

În felul acesta se obține coca de amidon care, pentru a putea fi fermentată, trebuie transformată în zaharuri mai simple, adică zaharificată. Operația poate îi iăcută în industrie prin trei metode: cu acizi, cu malț (slad) și cu microorganisme. Cea mai utilizată este însă aceea care folosește malțul. Acesta nu reprezintă altceva decât cereale încolțite în mod artificial pentru a se forma în ele enzime. Malțul cel mai bun se capătă din grâu, dar fiind scump este înlocuit cu cel din orz. Zaharificarea se face într-un aparat special de zaharificare, unde se introduc plămada și malțul; ea durează vreo 2 ore. În timpul acesta, fără a folosi temperaturi și presiuni ridicate sau acizi puternici, diastaza din malț transformă materiile amidonoase din plămadă în zaharuri mai simple, ca maltoza și glucoza.

Iată că în fabrică s-a obținut „plămada dulce”, cum este numită substanța zaharificată. Urmează acum fermentarea ei – operația principală, în urma căreia se capătă o soluție diluată de alcool etilic. Pentru asta se folosesc drojdii. Fermentația propriu-zisă are loc în vase speciale, construite din lemn, beton sau metal, numite linuri de fermentare. În aceste linuri se introduc plămada și drojdia, unde sunt ținute până se desăvârșește fermentația.

Ce se întâmplă în timpul fermentației? Știm că substanțele amidonoase (amilacee) se transformă prin zaharificare într-un zahăr simplu – glucoza. Aceasta, în timpul fermentației, sub influența enzimei hexo-chinază secretată de drojdie, este transformată într-un compus organic al acidului fosforic. O să vă întrebați: de unde vine acidul fosforic în plămada ce fermentează? Aceasta se formează din sărurile de fosfor puse special în mediul de fermentație. Mai departe, compusul format este modificat de alte enzime într-un alt compus mai bogat în fosfor. În felul acesta, acționând pe rând, când un ferment când altul, se ajunge la un moment dat la acidul piruvic. El este unul din cei mai importanți acizi organici, care iau parte la transformările biologice fermentative. Acidul piruvic, sub influența enzimei carboxilază, pierde o moleculă de bioxid de carbon, care se degajă și trece în acetal-dehidă, iar aceasta, sub acțiunea unui alt ferment, se transformă, în sfârșit, în alcool etilic.

După cum vedem, pe drumul lung al transformării substanțelor dulci în alcool, întreaga acțiune de fermentație, în toate fazele ei, este efectuată de diferite enzime, care intervin numai atunci când le vine rândul. De aceea, pentru ca fermentația să decurgă normal, trebuie ca în mediul nutritiv ele să găsească din belșug substanțe minerale, surse de azot, compuși proteici și stimulatori de creștere...

Iată că între timp drojdiile au transformat în alcool etilic substanțele zaharoase. Pentru a scoate alcoolul din plămada fermentată, aceasta este supusă unei distilări fracționate, adică unei distilări capabile să separe produsele după punctul lor de fierbere. Distilarea se face în niște aparate speciale. Prin distilare fracționată și rectificare alcoolul etilic scapă de o serie de substanțe chimice, cum sunt: alcoolul metilic. Acetona, acetatul de etil, aldehida acetică, furfurolul, diverși alcooli superiori etc, care-l impurifică și-l tac impropriu utilizării în industria alimentară, chimico-farmaceutică sau de sinteză.

Și cu asta am încheiat cele ce aveam de spus despre fabricarea alcoolului etilic din materii prime amidonoase. Dar, așa cum spuneam și la începutul acestui capitol, „apa de focu mai poate fi obținută și plecând de la alte materii prime. Astfel, poate fi fabricat din i mazăre, fasole, măturică, napi, castane sălbatice, ghindă, sfeclă, melasă, lemn, leșii bisulfitice etc. Folosind aceste materii prime, în procesul de fabricație se modifică numai acea parte în care se obține plămada dulce ce va fi supusă apoi fermentației – celelalte faze ale procesului tehnologic rămânând în toate cazurile la fel.

O noutate, care a stârnit senzație în rândul necunoscătorilor, a fost prepararea alcoolului din... gazele ce se degajă la coacerea pâinii. Știți cu toții că pentru a face pâinea să „crească” se folosește drojdie de

bere. În timpul coacerii pâinii în cuptor, datorită drojdiei, se degajă, pe lângă bioxid de carbon, și o cantitate de vapori de alcool etilic. Pentru folosirea lui chimiștii n-au decât să prindă gazele ce se degajă și să le răcească, pentru a condensa... alcoolul.

Bogății, bogății, bogății...

Sfârșitul verii și începutul toamnei pune la muncă intensă gospodinele și fabricile de conserve. Acum se fac: bulionul, magiunul, unele conserve gătite. Și tot acum se pun murăturile. Dacă la prepararea celor mai multe conserve microorganismele sunt excluse, fiindcă aduc numai rău, apoi la prepararea murăturilor ele sunt invitate să ia parte, fie direct, fie indirect prin folosirea oțetului produs de ele.

Oțetul, care nu-i altceva decât o soluție diluată de acid acetic, a fost cunoscut de om din vremuri de mult apuse. Prepararea lui datează din momentul când s-a văzut că vinul sau altă băutură slab alcoolică se acrește dacă stă mai mult timp în contact cu aerul.

Oțetirea vinului, proces numit fermentație acetică, se produce în urma acțiunii unor bacterii – bacterii acetice – asupra alcoolului din soluțiile (mediile) în care ele se dezvoltă. Oxidarea alcoolului de către bacterii – numită și oxidare microbiologică selectivă – are loc în două faze: întâi alcoolul etilic e oxidat până la aldehidă acetică, apoi aceasta, mai departe, în acid acetic.

Industria alimentară fabrică astăzi oțetul și prin diluarea cu apă a acidului acetic obținut prin sinteză sau prin piroliza lemnului. Totuși oțetul rezultat prin fermentarea din vin sau alcool etilic, sau dintr-un amestec a acestor două substanțe, este mult mai gustos. Apoi nu trebuie uitat că obținerea oțetului din vin reprezintă o cale economică pentru valorificarea vinurilor degradate.

Cum se prepară oțetul? În general oțetul se poate prepara după două metode: metoda lentă, supranumită franceză sau procedeul Orleans, și metoda germană sau rapidă.

În cazul metodei lente vinul de fermentat împreună cu puțin oțet este turnat în butoaie speciale, prevăzute cu găuri de aerisire, și este lăsat câteva săptămâni până ce se acrește, iar conținutul în alcool al lichidului scade cam la 0,2—0,5%. Metoda e simplă și oarecum rudimentară. Mai perfecționată este metoda rapidă. Ea permite să se obțină oțet într-un timp mult mai scurt și cu un conținut mai ridicat în acid acetic. Cum? Prin mărirea suprafeței de contact pe care are loc oxidarea alcoolului etilic în acid acetic.

Știința a găsit fermenților și alte „ocupații”, în afară de prepararea alcoolului și a acidului acetic.

Acidul lactic pe care-l întâlnim în laptele bătut și în zeama murăturilor este de asemenea un produs al microorganismelor, cu foarte multe întrebuințări: în tehnică, medicină, în industria chimico-farmaceutică, industria chimică de sinteză etc. El se fabrică pe cale fermentativă prin acțiunea nenumăratelor bacterii lactice, răspândite în natură. În industrie acest acid se produce obișnuit plecând de la melasă, leșii bisulfitice, fiertură de porumb, cartofi, amidon etc, din care se prepară medii de fermentație. În funcție de aceste materii prime, procesele tehnologice ale obținerii mediilor de fermentație variază și ele. Acidul format în timpul fermentării este neutralizat cu carbonat de calciu și transformat în lactat de calciu; din acesta acidul lactic e obținut pur cu ajutorul acidului sulfuric și al operațiilor de concentrare și rafinare.

Un alt microorganism – Aspergillus niger – a fost pus la „muncă” în urmă cu ani și a dat naștere unei noi industrii de fermentație – fabricarea acidului citric, acid care ani de-a rândul era scos numai din sucul portocalelor, lămâilor și al altor citrice. Astăzi el se capătă în cantități foarte mari, obligând minusculul mucegai să „lucreze” pe medii de fermentație care cuprind substanțe zaharate și săruri minerale.

Mirajul fabricării cauciucului sintetic, care fusese obținut în laborator din izopren sau butadien, atrăgea pe mulți chimiști. Dar lucrurile nu erau prea simple, pentru că izoprenul nu putea fi obținut, pe la sfârșitul secolului trecut, decât din… cauciuc. Or fabricarea cauciucului sintetic din cauciuc natural nu însemnează nimic pentru industrie. Butadienul putea fi preparat din alcool butilic, dar, din nenorocire, pe vremea aceea nu exista un izvor ieftin din care să se producă acest alcool.

În secolul al XVIII-lea fusese descris microorganismul Bacilus ortobutilicus, însă pentru că pe atunci erau descoperiți continuu microbi noi, lui „ortobutilicus” i s-a dat puțină atenție. Mulți ani mai târziu, când problema cauciucului deveni și mai acută, chimiștii și-au amintit de această descoperire și au început căutarea lui sau a altor microorganisme de acest fel. Cercetările lor au fost încununate de succes, dar nu într-atât încât să prefacă industria cauciucului, fiindcă plantațiile dădeau acum suficient cauciuc. Cu toate acestea studiile pentru găsirea unor microorganisme capabile să producă alcool butilic n-au încetat, ele ducând până la sfârșit la descoperirea bacteriilor acetono-butilice.

Dintre bacteriile acetono-butilice, cele mai cunoscute sunt: Clostridium acetobutylicum și Bacilus butylicus. Prima produce alcool butilic prin fermentarea substanțelor zaharate, și acetonă din hexoze și pentoze. A doua bacterie fermentează zaharurile dând naștere la alcool

butilic, acetonă, alcool etilic și mici cantități de alcool propilic, bioxid de carbon și hidrogen.

Fermentația acetono-butilică este procesul prin care substanțele zaharate prezente în mediul de fermentație sunt transformate, sub acțiunea bacteriilor acetono-butilice, în alcool butilic și acetonă. Așadar, în urma acestei fermentații se obține pe lângă alcool butilic și acetonă.

Primul război mondial punea industria chimică în fața unor noi probleme: era nevoie acum de mari cantități de substanțe explozive. Printre ele se afla și cordita, la a cărei preparare este nevoie de acetonă. Avionul, care-și făcuse apariția, avea și el nevoie de acetonă pentru lacul cu care trebuia vopsit. În situația aceasta izvoarele de acetonă din acetați sau din piroliza lemnului nu mai erau suficiente. De aceea s-au făcut sforțări uriașe să se descopere procedee noi și să se găsească alte substanțe care să le poată înlocui cu folos. Noile izvoare – fermentațiile – deveniră curând cunoscute. Astfel, în 1916 sunt instalate în Anglia câteva uzine mari, menite să prepare acetonă cu ajutorul microorganismelor. Exemplul acesta a fost apoi imitat și de alte țări.

Fabricarea antibioticelor este cea mai nouă realizare a industriei fermentative, dar despre ele vom avea ocazia să aflăm mai multe amănunte într-un capitol următor.

Gazul metan, cea mai simplă hidrocarbură saturată, formată dintr-un atom de carbon și patru de hidrogen (CH_4), reprezintă o bogăție de seamă a țării noastre. Dar dacă lucrul acesta este cunoscut multor cititori, puțini sunt aceia ce știu că acest gaz combustibil poate fi produs la „domiciliu”. Deși lucrul pare puțin curios, totuși cele spuse mai sus sunt perfect reale, datorită fermentației. Folosind anumite microorganisme și anumite medii de cultură, se pot căpăta gaze combustibile, cu un conținut apreciabil de metan. Amestecul de gaze a primit numele de „biogaz” – gaz produs prin activitatea vitală.

Unul din procedeele folosite astăzi produce biogazul din gunoiul de grajd, într-o instalație specială. După fermentarea gunoiului, acesta devine un bun îngrășământ, așa că poate fi folosit cu succes în agricultură. Făcându-se anumite experiențe și calcule, s-a văzut că prin fermentarea gunoiului provenit de la 50 de vite mari, rezultă anual 200000 m^3 de gaze combustibile, care reprezintă circa 500000000 kilocalorii sau 57000 kwh.

Utilizarea microorganismelor nu se rezumă însă numai la fabricarea substanțelor amintite aici. Cu ajutorul lor pot fi obținute: proteine, zaharuri, grăsimi, hidrocarburi, vitamine, îngrășăminte microbiene pentru agricultură, precum și multe, multe alte substanțe foarte importante pentru industria chimică. Plecând, de exemplu, de la

porumb, biochimiștii au reușit să fabrice prin fermentație substanțe chimice deosebit de importante, ca: aldehidă acetică, acetona, alcoolul etilic, alcoolul propilic, alcoolul butilic, 2,3-butilen-glicolul, glicerina, acetil-metil-carbinolul și acizii: formic, acetic, butiric, caproic, caprilic, oxalic, succinic, fumărie, lactic, piruvic, gluconic, oxigluconic, citric. Nu mai puțin de 20 de substanțe chimice!

PLANTE ÎMPOTRIVA BOLILOR

Din istoria farmacologiei

Istoria farmacologiei este veche, veche de când lumea. Asta fără exagerare, căci însăși omul primitiv căuta să-și aline suferințele trupești cu ajutorul plantelor.

Cele mai vechi date pe care le cunoaștem astăzi ne-au rămas de la sumerieni. Aceștia au creat o medicină bazată pe astronomie, religie, matematică și, bineînțeles, pe... plante. Cunoștințele au fost transmise din generație în generație și altor popoare, cum au fost babilonienii, asirienii, egiptenii etc. În biblioteca din Ninive, a regelui asirian Assurbanipal, s-au găsit și 33 de tăblițe cu desene de plante medicinale. Așadar, primul manual de farmacologie nu este de loc modern, el datând din anul 668 î.e.n.! Fenicienii, mari negustori și navigatori, au împărtășit și altor popoare cunoștințele preluate de la egipteni, printre care și denumirile plantelor cu acțiune tămăduitoare.

În cealaltă parte a lumii, în China și Japonia de astăzi, plantele medicinale erau la mare cinste. Se spune chiar că împăratul Sun Nung, care a trăit cu 3000 de ani î.e.n., ar fi întemeietorul medicinei chineze. Printre altele, el s-ar fi ocupat și cu studiul plantelor medicinale.

Mai aproape de zilele noastre, grecii au fost mari meșteri în arta medicinei și a plantelor medicinale. Se povestește chiar – mitologia spune asta – că pe țărmul caucazian, la Colchida, exista o grădină minunată păzită de zeița Artemis, în care creșteau plante tămăduitoare, și de unde acestea au ajuns în Grecia.

De la greci și romani cunoștințele de farmacologie se transmit și celorlalte popoare, și încetul cu încetul străbat veacurile, îmbogățindu-se continuu, până prin secolul al XIX-lea al erei noastre. Acum, după anul 1800, corăbiile încep să străbată mai intens mările și oceanele în căutarea de bogății, iar chimiștii și farmaciștii să studieze mai cu luare-aminte substanțele chimice extrase din plante. Acum descoperirile în

lumea chimiei se ține lanț.

În anul 1805 ajutorul de farmacist Friedrich Wilhelm Serturner, în vârstă doar de 21 de ani, își îndreaptă cercetările spre opium. Pe vremea aceea opiumul, care se extrage din capsulele macilor, era vândut milioanelor de supuși ai „Imperiului Ceresc", cărora le distrugea trupul și le pustia ființa morală, întunecându-le mintea. Dar ce conta asta? Afacerile făcute de societățile capitaliste cu opiumul trimis în China erau însă prea înfloritoare, ca să se renunțe la ele. Serturner reușește să izoleze din opium o substanță bazică, căreia îi dă numele de „morfium", după numele zeului somnului Morfeu. Mai târziu substanța căpătă numele de „morfină".

De acum încolo zeci și sute de plante sunt studiate și se extrag din sucul lor diferite substanțe active, cu nebănuite proprietăți terapeutice. Chimia organică care se năștea, căpăta astfel din partea plantelor un ajutor neprețuit. În același timp, omul, datorită chimiei șt plantelor, putea acum lupta mai cu folos împotriva bolilor.

Și la noi în tară plantele medicinale au fost cunoscute din vechime. Poporul le spunea „buruieni de leac". Cunoștințele despre folosirea plantelor de leac au fost consemnate în diferite scrieri. De pildă, în Pravila lui Matei Basarab se arată că vraciul curții poate să cerceteze ierburile și să descopere leacuri împotriva otrăvurilor. Apoi, în Psaltirea Scheiană se descrie scorțișoara, isopul și itacta. În fine, Lexiconul slavo-român, apărut în anul 1649, amintește despre izmă și muștar, iar alte pravile despre strigoaie – o plantă utilizată împotriva râiei.

Cu toată bogăția de plante cuprinse în tara noastră, în trecut nu li s-a dat acestora prea mare importantă. Astfel se irosea în zadar un nesecat izvor de sănătate și bogăție. Astăzi această minunată bogăție a tării noastre este valorificată, iar în cadrul institutelor de cercetări specialiștii studiază continuu problema plantelor medicinale cultivate sau din flora spontană.

Otrăvuri și medicamente

În urmă cu ani, pe vremea când „fetele" bisericești se ocupau cu medicina, erau la modă două produse: parfumurile și otrăvurile. Ambele se obțineau în general din plante. Otrăvurile, adesea purtând nume bisericești, erau câteodată și medicamente. Căci date bolnavilor cu grijă și în cantități mici îi salvau de la moarte. Dacă o viată era salvată cu ajutorul extractelor preparate din plante, călugării știau să speculeze cu multă șiretenie ignoranta și înapoierea populației. Ei căutau să arate că vindecarea nu s-a produs datorită plantelor din care făceau extractele, ci, chipurile, puterii „cerești" și, bineînțeles, „rugăciunilor"

lor.

Când s-a născut chimia organică, multe din otrăvurile și leacurile folosite de călugări și de doftoroaie au intrat pe mâinile chimiștilor. Aceștia au găsit în ele nenumărate substanțe, dintre care alcaloizii sunt, poate, cele mai importante.

Ce sunt alcaloizii? Cuvântul alcaloid e de origine greacă și vine de la cuvintele *alkali*=bază, și *eidos* = asemănător. Deci, vrea să spună că alcaloizii formează o grupă de substanțe asemănătoare. Și asta pe bună dreptate, deoarece chimiștii au găsit că ele sunt combinații organice complexe care conțin azot, au un caracter bazic și formează săruri cu acizi.

Fără îndoială că cititorii cunosc nenumărați alcaloizi, cum sunt: chinina, morfina, cocaina, nicotină, cofeina etc. Cum numărul lor este foarte mare și al plantelor care-i produc – de asemenea, în rândurile ce urmează nu ne vom opri decât asupra câtorva dintre ei.

Din vremuri imemorabile băștinașii din America de Sud aveau obiceiul să mestece frunzele unei plante – Erythoxylon Coca – împreună cu bucățele de var stins. Frunzele le suprimau senzația de foame, menținându-le totodată energia musculară, provocându-le și o bună dispoziție. În anul 1860 s-a extras din frunzele plantei cocaina. Aceasta a fost pusă la dispoziția medicilor care au folosit-o ca anestezic.

Dar ce e cocaina? E alcaloidul extras din planta amintită. Ea crește prin Peru, Bolivia, Columbia, Ceylon, Java etc.

La început noul anestezic provoca accidente, uneori mortale. Cocaina și-a croit totuși drum în „viață”, datorită chimiștilor. Ei au reușit să dea medicilor un medicament bine studiat și dozat corect, așa ca să nu se mai întâmple accidente.

De numele unui alt alcaloid – opiul – sunt legate chiar evenimente istorice. Din el chimiștii au scos morfina, codeina, narcotina și alte produse farmaceutice alinătoare de suferințe.

Opiul – sursa acestor produse – se obține sub forma unui latex, prin inciziile făcute în capsulele de mac, asemeni cauciucului din arborele Hevea. Sucul de mac, ca și acțiunea sa, era cunoscut în Grecia antică încă de pe vremea poetului Homer, sub numele de „opion”, care înseamnă „suc”. Opiul, în înțelesul actual al cuvântului, a fost cunoscut în Grecia abia după Hippocrat.

Cultura macului pentru opiu era cunoscută și în Asia, unde fumatul acestei substanțe era destul de răspândit în India și Asia Mică. Din India fumatul opiului a trecut în China, unde feudalii chinezi l-au primit cu brațele deschise.

Când englezii au ocupat India, extragerea opiului din mac deveni un monopol al statului, căci veniturile aduse de el întreceau cele mai

frumoase visuri produse de această otravă. Căutând să ia parte și guvernanții Chinei la această frumoasă afacere, guvernul chinez interzice importul opiului din India. Dar măsura lovea puternic în interesele Angliei, așa că, precum se obișnuiește în lumea capitalistă, pretextul pentru un război fu găsit. Și așa începe vestitul „război al opiului”, care se termină cu înfrângerea Chinei și cu un tratat ce permitea Angliei să introducă în China oricât opiu ar fi dorit.

Dar opiul n-a fost numai o otravă puternică, căci încăput pe mâna chimiștilor, aceștia au reușit să-l transforme din otravă în medicament.

În urmă cu vreo șapte-opt secole bântuia în Europa o boală groaznică, pe care medicii timpului – în general călugări – o numeau „focul sfântului Anton”. Era o boală nimicitoare. Durerile și arsurile se întețeau treptat, încât bolnavul se zbătea necontenit în chinuri cumplite. Nimeni nu cunoștea cauza bolii. Mai târziu, aproape de zilele noastre, s-a aflat că se datorează intoxicației cu o otravă puternică, fabricată de ciuperca parazită Claviceps purpurea care crește pe spicul secarei. Ea era introdusă în corp de oamenii nevoiași o dată cu pâinea făcută din secară atinsă de parazit.

Substanțele toxice ale acestei ciuperci au început să fie studiate de chimiști acum vreo 100 de ani. Primul alcaloid pur izolat din secara cornută – ergotina – a fost separat în anul 1875. După vreo 30 de ani. Se izolează alcaloidul ergotoxina. Apoi, în 1918, ergotamina și ergotaminina. Astăzi, datorită muncii chimiștilor se cunosc 11 alcaloizi extrași din ciuperca parazită ce provoca oamenilor crunta boală a „focului sfântului Anton”. Acum otrava secarei cornute e folosită în medicină drept medicament în bolile aparatului circulator, contra hemoragiilor etc.

Alcaloizii se găsesc și în multe alte plante. Chimia a știut însă să-i pună la îndemână medicinei. Iată câteva plante cunoscute de toți și care conțin diferiți alcaloizi.

Ceaiul – frunzulițele de ceai – conține cafeina. Cafeaua, naturală bineînțeles, o conține și ea, în cantitate mult mai mare.

Piperul cuprinde piperină. Chiar și ardeiul roșu, pe care-l folosim ca atare sau sub formă de boia, conține un alcaloid: capsaicina; ea îi dă gustul iute, picant.

De mătrăgună ați auzit? Planta aceasta ierboasă, cu frunze mari, și cu flori de culoare violet-brună, are în frunzele sale hiosciamină, alcaloid care printr-o tratare chimică, efectuată de chimiști chiar asupra frunzei, trece în atropină. Numele științific al acestei plante – Atropa belladonna – a fost dat de vestitul naturalist K. Linne din cauza toxicității sale, după numele uneia din cele trei Parce ale mitologiei grecești – Atropa, zeița destinului, care ar tăia firul vieții fiecărui

muritor, atunci când îi vine timpul. Tot Linne i-a dat și denumirea de „belladonna” – de la cuvintele italiene *bella* = frumoasă și *donna* = femeie – deoarece femeile din Italia și Spania își frecau obrajii și își puneau în ochi picături din sucul ei. Din cauza atropinei cuprinsă în plantă, pupilele ochilor se dilatau, deveneau strălucitori, adânci, iar fața se înviora.

Despre mătrăgună se știe că a fost folosită în tratament încă din secolul al XV-lea, dar substanța activă pe care o conține – atropină – n-a fost izolată de chimiști decât în anul 1881.

În aceeași familie botanică cu Atropa belladonna, familia Solanaceelor, se mai găsesc câteva plante cunoscute, cum sunt măselarița și ciumăfaia. Ele cuprind de asemenea alcaloizi, printre care și atropină.

Adeseori, în stările de slăbiciune, medicii ne recomandă tonice sau injecții cu stricnina. Chimiștii au scos acest alcaloid dintr-un arbore mereu verde, numit de botaniști Strychnos nux vomica, care crește prin Asia și Australia. Încă din vremuri străvechi iranienii și tibetanii foloseau pentru vindecarea unor boli extracte din acest arbore. În Europa arborele a ajuns să fie cunoscut prin arabi.

În America de Sud cresc niște plante înrudite cu Strychnos, din care indienii prepară vestita lor otravă ce nu iartă, curara. Din curara chimiștii au separat alcaloidul curarina, folosit de medici pentru experiențe de fiziologie și farmacologie.

Lista plantelor din care chimiștii au extras alcaloizi este foarte mare. Noi ne vom opri însă aici. Fără îndoială că cititorul se va întreba, și pe bună dreptate, dar chinina?

Se povestește că soția viceregelui din Peru a căzut la pat grav bolnavă de friguri și a fost salvată de Juan del Vego – medicul palatului. Acesta aflase că băștinașii – nici ei cruțați de friguri – întrebuințau împotriva bolii o fiertură făcută din scoarța unui arbore. Hotărî să încerce și el acest leac. De aceea luă niște scoarță, o pisă și făcu din ea o fiertură. Bolnava bău fiertura și după câteva zile se însănătoși.

Vestea ajunse și în Spania, o dată cu leacul. În Europa, scoarța copacului din Peru ajunse la mare preț. De asta având grijă, în special, călugării iezuiți care o precupețeau cu aur greu, sub numele de „polvo de los jesuitos”, adică de „pulberea iezuiților”.

Naturalistul Karl Linne dorind să imortalizeze numele celei salvate, dădu numele arborelui de Cinchona succirubra. În anul 1820 chimiștii francezi Pelletier și Caventou extrag chinina din scoarța arborelui de chinină. Tot ei extrag apoi o a doua substanță activă din scoarța aceluiași arbore, pe care o numesc cinconină.

Pentru descoperirea lor Institutul de Științe al Franței le acordă un

premiu de 10000 de franci. Astfel, chinina este descoperită de știință. De acum încolo colaborarea dintre „știința eprubetei” și arborele de chinină se strânge, chimiștii găsind în coaja lui încă vreo douăzeci de substanțe, bineînțeles mai puțin importante.

Vitaminele

În anul 1535 francezul Cartier se îndrepta pe mare spre Labrador. Echipajul îi pierea văzând cu ochii, secerat de o boală cumplită. Din cei 36 de oameni doar 10 mai erau în viață. Dar nici aceștia nu erau sănătoși. Toți prezentau aceleași simptome: îi dureau încheieturile, iar gingiile le erau atât de umflate și sângerânde, încât dinții ieșeau pur și simplu din locașurile lor.

Cei zece marinari îndrăzneți n-au pierit, deoarece indigenii le-au venit în ajutor dându-le să bea o fiertură făcută din ace de brad. Ca prin minune, bolnavii se ridicau unul câte unul pe picioare, însănătoșindu-se.

Boala necunoscută care secerase atât de fulgerător echipajul lui Cartier nu era alta decât scorbutul. Ea era urmarea faptului că în timpul călătoriei echipajul consumase numai alimente conservate, lipsite de o anumită substanță necesară organismului, ce se găsește mai ales în plante. Cum substanța se afla și în frunzulițele de brad, însănătoșirea navigatorilor nu se datora nici unei minuni.

Dar nu numai Cartier, ci o mulțime de savanți și exploratori renumiți, precum și echipajele lor, au fost secerați fără milă de scorbut. Nici savantul român Emil Racoviță, în drum spre Polul Sud, n-a fost cruțat de scorbut. De asemenea, l-au cunoscut Vasco de Gama și Magellan în expedițiile lor.

În istoria medicinei sunt amintite și alte boli asemănătoare. Ele se puteau combate numai cu fierturi de diverse plante. Acestea, deși aveau mare efect, se întrebuințau totuși la întâmplare. Nu se știa ce principiu activ combate boala.

Dar iată că anii au trecut, și o dată cu celelalte cunoștințe noi acumulate de om apar în medicină descoperiri însemnate. În anul 1881, tânărul medic rus Nikolai Ivanovici Lunin face o descoperire importantă: hrănind șoareci cu substanțe ce intră în compoziția laptelui, adică: proteine, săruri, lactoză și grăsimi, constată că ei nu suportă tratamentul și mor. Această descoperire remarcabilă a rămas însă fără răsunet, cercetătorul neavând posibilități să-și continue studiile.

Dar ce însemna aceasta? Însemna că laptele mai conține, pe lângă toate celelalte substanțe cunoscute, și altele încă necunoscute, care, deși în cantități foarte mici, erau totuși suficiente să împiedice îmbolnăvirea.

N. I. Lunin a fost deci primul om de știință care a întrezărit existența vitaminelor. Totuși nu el le-a descoperit.

Zece ani mai târziu, un alt cercetător avea să găsească leacul unei boli groaznice. Prilejul s-a ivit atunci când guvernul olandez a hotărât să trimită în insula Java o comisie formată din oameni de știință, al cărui obiectiv era cercetarea bolii ce se manifesta prin tulburări nervoase, gastro-intestinale, de inimă și chiar paralizii. Dar nu numai insula Java căzuse victimă bolii, ci întregul Extrem Orient, a cărei populație se hrănea cu orez decorticat. Printre membrii comisiei medicale se află și doctorul Eijkman. El a constatat că dacă hrănește găinile cu orez decorticat, acestea fac o boală asemănătoare cu cea a omului. Schimbându-le hrana cu tărâțe de orez, ele se însănătoșeau repede.

Boala observată de Eijkman nu era alta decât beri-beri, flagel ce bântuia în Orient, unde populația se hrănea numai cu orez decorticat (cojit). Prin înlăturarea cojii se înlătură și vitamina atât de necesară organismului omenesc.

După constatarea lui Eijkman s-au făcut multe studii stabilindu-se definitiv faptul că în alimente există unele substanțe care deși se găsesc în cantități infime sunt strict indispensabile omului. Lipsa lor din alimentație duce la diferite boli. Așadar, pe lângă cele trei substanțe alimentare fundamentale (grăsimi, glucide, proteine) hrana noastră trebuie să conțină neapărat și vitamine.

Istoria descoperirii vitaminelor nu se oprește însă aici. Se poate spune că abia acum începe. Biochimistul polonez Cazimir Frank, după 30 de ani de la moartea lui Lunin, în anul 1911, reușește să obțină un preparat care vindeca bolnavii de beri-beri. Medicamentul, sub formă de cristale, a fost preparat din tărâțele de orez; pentru vindecarea bolnavilor de beri-beri era suficientă o cantitate foarte mică.

Astăzi industria chimico-farmaceutică prepară vitaminele necesare omului din diferite materii prime, unele fiind de origine animală, iar altele de origine vegetală.

Din materia primă de origine vegetală, datorită activității metabolice a unor microorganisme, chimiștii pot obține o serie de vitamine. Astfel, din drojdii uscate se poate extrage vitamina B_1, numită și aneurină, și care joacă un rol important în asimilarea substanțelor zaharoase. Lipsa vitaminei B_1 provoacă și apariția bolii beri-beri.

Din drojdia de bere se izolează vitamina B_2. Numită și riboflavină sau lactoflavină, ea stimulează creșterea organismului. Vitamina B_2 se mai poate obține și prin sinteză pornind, printre altele, de la o materie primă de origine vegetală: d – arabinoza. Tot din unele specii de drojdii

s-a izolat și vitamina B_6, numită și adermină. Drojdiile produc și substanța chimică numită ergosterol, care prin expunerea la lumina solară trece în vitamina D – vitamina antirahitică.

Folosind microorganismele, chimiștii au reușit să pună în valoare deșeurile lichide ce rămân la fabricarea celulozei. Acestea pot fi fermentate cu anumite drojdii, care produc, printre altele, vitamine și acizi nucleici. Pornind de la acizii nucleici obținuți, se pot fabrica și alte substanțe cu acțiune medicamentoasă, ca de pildă acizii adenozin-fosforici utilizați în tratamentul anghinei pectorale. După uscare și presare, drojdiile pot fi transformate în cărbune de drojdie, folosit în tratamentul afecțiunilor stomacale și intestinale.

În ultimul timp chimiștii au reușit să izoleze din mediul de fermentație al microorganismului Strepto-mices griseus, care produce streptomicina, vitamina B_{12}. Vitamina aceasta are o largă utilizare în medicină, fiind folosită drept medicament împotriva diferitelor afecțiuni.

Microorganismele producătoare ale fermentației alcoolice, pot „fabrica” și vitamina C. Pentru aceasta se modifică procesul de fermentație, astfel încât fermentul nu mai lucrează asupra glucozei în direcția obținerii alcoolului etilic. În final apar alte substanțe, care supuse anumitor transformări chimice duc la compuși chimici apropiați de vitamina C sau chiar la vitamina C.

Astăzi industria chimico-farmaceutică fabrică însă vitamina C prelucrând mari cantități de produse vegetale, cum ar fi fructele de măcieș și de coacăz negru, acele de brad, coaja verde a nucilor etc.

Vitamina C este neapărat necesară organismelor slăbite, femeilor care alăptează și bolnavilor de tuberculoză. De fapt vitamina C nici n-ar trebui considerată drept medicament, ci drept „aliment” absolut necesar pentru buna funcționare a organismului.

În Uniunea Sovietică și la noi în țară oamenii de știință au făcut nenumărate cercetări pentru descoperirea celor mai potrivite materii prime necesare obținerii vitaminei C, în vederea acoperirii tuturor nevoilor populației. Aceste studii au dus la concluzia că un kilogram de coajă verde de nuci, în timpul culesului, conține 5— 8 g vitamina C. Extragerea vitaminei C din coaja nucilor se face prin metode simple. Resturile fabricației nu sunt aruncate – ele se folosesc la tăbăcitul pieilor.

O listă fără sfârșit

Fire văzute și nevăzute leagă industria chimico-farmaceutică de plante. Nenumărate sunt medicamentele fabricate integral din produse

extrase din plante sau din substanțe obținute prin valorificarea chimică a masei vegetale. În rândurile ce urmează nu prezentăm toate medicamentele pentru care plantele reprezintă o sursă de materii prime – lucru imposibil – ci vom arăta numai, cu ajutorul câtorva exemple, că industria chimico-farmaceutică este strâns legată de plante.

Substanțele chimice pe care biochimiștii le capătă prin fermentarea produselor vegetale pun la dispoziția întreprinderilor chimico-farmaceutice – în afara antibioticelor – imense cantități de materii prime necesare fabricării diferitelor medicamente. Iată câteva dintre ele: alcoolul etilic, glicerina, acidul acetic, alcoolul anilic, acidul lactic etc.

Să începem cu binecunoscutul alcool etilic. El este de nelipsit din aproape toate rețetele ce cuprind fricții, extracte tonice, fineturi etc Dar alcoolul etilic este important și ca materie primă pentru fabricarea, prin sinteză, a altor medicamente sau substanțe folosite în medicină. Chimiștii prepară cu ajutorul lui kelenul sau clorura de etil, cloroformul, eterul, substanțe folosite drept anestezice în intervențiile chirurgicale. Pentru prepararea ultimelor două produse se poate folosi acetona în locul alcoolului etilic. Aceasta, la rândul ei, se fabrică fie prin fermentare, fie prin piroliza lemnelor. Alcoolul etilic mai este folosit și la fabricarea altor produse, binecunoscute de toată lumea, cum ar fi fenacetina, unele sulfamide, veronalul, aspirina etc, pentru a aminti numai câteva.

Glicerina, utilizată de toată lumea mai ales în zilele de iarnă când mâinile se aspresc de vânt și ger, este folosită, printre altele, și la fabricarea unor întăritoare sub formă de acid glicerofosforic, glicerofosfat de calciu, de sodiu etc. Tot cu ea se prepară și metionina, medicament întrebuințat cu succes în unele maladii ale ficatului. Ca să sintetizeze metionina, chimiștii transformă glicerina în acroleină, o combină cu metil-mercaptanul, iar produsul îl supune încă câtorva operații. Dar utilizarea glicerinei în medicină nu se reduce numai la aceste medicamente. Nu trebuie să uităm că medicii prescriu glicerina în nenumărate rețete, fie că este vorba de produse pentru „uz intern”, fie pentru produse de „uz extern”, cum sunt alifiile, pomezile etc.

O altă substanță pe care chimiștii o pot obține prin fermentație sau prin piroliza lemnului este acidul acetic Acesta are nenumărate utilizări în industria chimico-farmaceutică de sinteză, unde el și compușii lui sunt folosiți pe scară foarte largă. De pildă, acidul acetic este întrebuințat curent la fabricarea unor sulfamide, a anestezinei, a aspirinei, la purificarea unor medicamente etc.

Substanța dulce din fructe – glucoza – este folosită foarte larg în

medicină ca material energetic, adică drept material producător de energie. Cum medicina cere ca acest produs să fie foarte pur, industria farmaceutică prepară glucoza prin hidroliza amidonului în prezența acidului clorhidric, luând însă toate măsurile ca produsul obținut să fie purificat cu cea mai mare grijă. Pornind de la glucoza se obține gluconatul de calciu, întăritor și calcifiant al oaselor. Pentru obținerea gluconatului, glucoza se oxidează electrolitic în prezența carbonatului de calciu, când se formează acidul gluconic. Dar acidul gluconic se obţine și prin fermentarea unei soluții de glucoza cu diferite adaosuri de săruri.

Hexafosfatul, pe numele său chimic inozit-hexafosfat de calciu și de magneziu, este un amestec de săruri de calciu și magneziu ale diferiților acizi inozit-fosforici, mai ales ale acidului inozit-fosforic preparat din tărâţe de grâu.

Din fructele vitei de vie – strugurii – chimiștii au reușit să prepare astăzi și... medicamente. Astfel, din acidul tartric, extras din drojdia de vin, chimiștii au fabricat acidul piruvic, care dă prin reacție cu benzaldehidanilina un medicament antireumatic.

Acum câțiva ani medicii din Uniunea Sovietică au început să folosească un nou medicament preparat din struguri – naturoza. În compoziția noului medicament intră diferite săruri de fier, calciu, magneziu și potasiu, vitaminele B și C și, în cantitate mică, fermentul oxidaza. Rezultatele căpătate cu acest produs în clinicile sovietice arată că naturoza poate fi folosită cu succes în bolile aparatului cardiovascular, aparatului respirator, în stările de oboseală, de subnutriție, precum și în multe alte afecțiuni.

Lista medicamentelor preparate din plante sau la care plantele contribuie într-un fel oarecare este departe de a fi încheiată. De altfel nici nu ne-am propus lucrul acesta. Pentru cititorii cărții este important un singur lucru: ca și în urmă cu veacuri, planta a rămas pentru om o sursă deosebită de medicamente.

Arme împotriva microbilor

Un automobil cu steag alb și cruce roșie pe el aleargă pe străzi clacsonând puternic. Este automobilul Salvării. Transportă un om în stare gravă. La spital, un consiliu medical, alcătuit în grabă, hotărește efectuarea câtorva analize pentru a lămuri cazul. Analizele arată: „Cultură de sânge: frecvenți stafilococi prezenți”

Medicul de serviciu privește gânditor buletinul de analiză și spune: „Penicilină!”

Aplecată asupra bolnavului, cu seringa în mină, o soră face din trei în

trei ore câte o injecție. Bolnavul își revine: este salvat de la moarte. — întâmplarea descrisă mai sus, face parte, ca multe altele, din vasta istorie cotidiană a medicinei și a produselor farmaceutice. Penicilina – binecunoscuta substanță cristalină sau uleioasă – are o istorie proprie, în care sunt amestecați, în aceeași măsură, atât planta inferioară Penicillium notatum, cât și medicii și chimiștii. Cum medicamentul acesta a făcut o adevărată revoluție în terapeutică, se cuvine să ne oprim puțin asupra antibioticelor.

Ce sunt antibioticele?

Cercetând natura, oamenii de știință au putut afla că două sau mai multe organisme sau microorganisme pot conviețui în condiții armonioase, pe baza unui ajutor reciproc. Ei au numit acest fenomen „simbioză". Dar au mai stabilit ceva: în natură se întâmplă ca în același loc două specii de microorganisme să nu poată conviețui, deoarece una din ele secretă substanțe dăunătoare pentru cealaltă. Fenomenul a fost numit „antibioză", de la cuvintele grecești *anti* – contra, *bios* – viață.

Acest fenomen de antagonism, de luptă între unele bacterii sau organisme microscopice, a fost observat de mult, și descris de mari savanți ca: Pasteur, Jou-bert Mecinikov și Babeș. Savantul român scria chiar în anul 1885:

„Dacă am fi foarte avansați în studiul experimental al conflictului bacteriilor între ele, am ajunge probabil să tratăm unele maladii bacteriene prin alte bacterii". Dar de la aceste simple afirmații până la antibioticele de astăzi a fost cale foarte lungă.

Cunoscând cele de mai sus, putem spune acum ce sunt antibioticele: sunt substanțe provenite din metabolismul unor organisme vii – bacterii, actinomicete, mucegaiuri sau alte plante, chiar și animale – care au proprietatea de a împiedica dezvoltarea microbilor. Sunt, într-un cuvânt, bacteriostatice, fără a distruge microbii. Unele antibiotice, la anumite concentrații, pot avea însă și o acțiune bactericidă, adică de a omorî microbii.

Când nu se cunoșteau încă efectele miraculoase ale antibioticelor, medicina a cunoscut cazuri ciudate de însănătoșire. Se povestește că un bătrân ros de boală își căută adăpost în pivnița unei case, unde, credea el, își va putea aștepta liniștit sfârșitul. Aici, în pivnița răcoroasă și mucegăită, bătrânul căzu în nesimțire. Cât timp a stat fără cunoștință nici el nu știa, dar după câteva zile putu părăsi pivnița complet sănătos. Explicația cazului este astăzi simplă: probabil că în pivnița unde bătrânul se retrăsese să-și petreacă ultimele clipe ale vieții, se găsea un mucegai ce fabrica în corpul său antibioticul salvator, și care difuzat în aer era inhalat de bolnav.

De descoperirea puterii antibiotice a plantelor inferioare sunt legate

numele a nenumărați savanți. Dar n-au lipsit nici înșelătorii. Iată ce scria, de pildă, farmacistul londonez Parkinson în anul 1640: „Mucegaiul care crește pe craniile cadavrelor ce au stat mult timp în cavouri posedă minunata proprietate de a vindeca răni, fără întrebuințarea locală a vreunei alifii. S-a observat însă că ajută numai mucegaiul luat de pe craniile celor spânzurați sau executați pentru crime!”.

Acestor născociri copilărești li s-au opus mai târziu observațiile și concluziile unor adevărați oameni de știință. Astfel, în anul 1875, V. A. Manasev, a observat că dezvoltarea mucegaiului verde pe suprafața unei culturi de microbi ai fânului limpezește mediul de cultură, deoarece microbii sunt opriți să se mai dezvolte. Mai mult, el a întrebuințat mucegaiul acesta în tratamentul unor plăgi infectate, aplicându-l sub pansament. Dar de la aceste cercetări și observații și până la izolare sub formă cristalizată a primului antibiotic – penicilina – a trecut mai bine de o jumătate de secol. În timpul acesta, în lupta pentru medicamente mai bune, mai eficace, au intrat medici și chimiști renumiți.

Ultimul zid care bara drumul științei spre primul antibiotic a căzut atunci când, datorită progresului științei, doctorul Alexander Fleming observă în anul 1928 că mucegaiul Penicillium notatum oprește dezvoltarea stafilococilor. Deși Fleming a extras mucegaiul verde, cercetările făcute asupra lui au stat în loc timp de vreo zece ani. De ce? Pentru că izolarea penicilinei pure în cantități mari necesita aparate industriale și studii biochimice aprofundate; apoi, medicii – apăruseră între timp sulfamidele – nu simțeau nevoia unor medicamente mai bune împotriva infecțiilor. Războiul, cu groaznicele sale urmări, i-a determinat însă pe cercetători să caute și alte leacuri, mai bune chiar decât sulfamidele.

Extragerea penicilinei, născută în urma unui proces fermentativ, necesita intervenția chimiștilor abili. Astăzi penicilina se fabrică în multe uzine din lume. Și în țara noastră a intrat în funcțiune, în anul 1956, fabrica de la Iași unde, printre alte antibiotice, se produce și penicilina.

Să facem acum o vizită la o astfel de fabrică, unde plantele microscopice prepară medicamente salvatoare. În primul rând să vedem cum se obține penicilina.

Fără îndoială că orice cititor își închipuie că pentru a urmări fazele procesului tehnologic al fabricării penicilinei trebuie să înceapă vizita cu niște hale uriașe, unde mari cantități de materii prime sunt supuse prelucrării. În cazul fabricării antibioticelor lucrurile nu stau însă așa. Și asta, pentru că vizita la o astfel de fabrică începe cu… laboratoarele de control al procesului de fabricație. Lucrul pare destul de ciudat, dar

dacă aflăm motivul constatăm că este foarte normal. Iată de ce: în laboratoarele de control începe ciclul de fabricație, pentru că aici se păstrează și se prepară sporii mucegaiului Penicillium. Cu alte cuvinte, laboratorul de control ține loc de „magazie de materiale”, punct de unde începe orice proces tehnologic.

Așadar, acestea fiind cunoscute, iată-ne în laboratorul de control. Aici totul strălucește de curățenie, iar muncitorii, echipați ca niște medici pentru sala de operație, veghează asupra utilajelor sterilizate cu cea mai mare grijă.

Când începe un ciclu de fabricație se însămânțează o mică cantitate de spori ai mucegaiului Penicillium într-un vas cu mediul de cultură, sterilizat și el în prealabil. După un timp în care s-a urmărit continuu dezvoltarea mucegaiului, când mucegaiul a atins un anumit stadiu de dezvoltare, încărcătura este trecută în alt vas de aproximativ zece ori mai mare ca primul. Aici mucegaiul își continuă dezvoltarea, iar când a atins faza cerută de prescripțiile de fabricație este introdus în fermentatorul de regim.

Fără îndoială că fermentatorul de regim este instalația cea mai impunătoare din fabrică, și pe bună dreptate. Dacă-l priviți seamănă cu un vagon-cisternă așezat vertical, dar e mult mai lung decât un vagon obișnuit, deoarece înălțimea lui este cât cele patru etaje ale halei în care e montat. Pentru buna dezvoltare a mucegaiului, fermentatorul de regim este prevăzut cu un agitator puternic, un fel de vârtelniță, și cu o conductă prin care se poate introduce aer – bineînțeles sterilizat cu ajutorul unor filtre speciale.

Dar pentru dezvoltare mucegaiul trebuie hrănit. De aceea i se pregătește un mediu de cultură, în care el se înmulțește și se dezvoltă. Mediul de cultură este o soluție care cuprinde glucoza – fabricată tot din materii prime vegetale – lactoză, extract de porumb – soluţie ce rămâne după înmuierea porumbului folosit pentru fabricarea amidonului – precum și diferite săruri minerale. De asemenea, în vederea obținerii unei cantități sporite de penicilină, se adaugă în mediul de cultură așa-numiţii „precursori”, substanțe ce pot fi asemuite într-o anumită măsură cu catalizatorii folosiți curent în chimie. Dar spre deosebire de aceștia, „precursorii” se consumă parțial în reacție.

În fermentator mucegaiul își desăvârșește stadiile de dezvoltare, producând o anumită cantitate de antibiotic. Când procesul de dezvoltare al mucegaiului s-a desăvârșit, se întrerupe fermentația și întreaga încărcătură a fermentatorului este filtrată, separându-se astfel mucegaiul de mediul de cultură care cuprinde antibioticul.

De acum încolo, continuând vizita noastră, părăsim secția de fermentare și pătrundem în secția de extracție, unde antibioticul este

separat de soluția în care-i dizolvat. În continuare penicilina pătrunde în secția de condiționare. Aici ea este analizată, cântărită și introdusă în sticluțe sterile, de unde ia drumul farmaciilor. Acesta-i, pe scurt, drumul penicilinei în fabrică, în general, cam așa se fabrică toate antibioticele.

După succesul înregistrat în medicină, biochimiștii au căutat să găsească și alte antibiotice. Astfel agronomul francez Rene Dubois reușește să extragă din bacilul Brevis un antiseptic foarte puternic, pe care-l numește tirocitrină. Acesta era însă un amestec de două substanțe: gramicidina și tirocidina.

În anul 1942 cercetătorii sovietici G. F. Ganze și M. G. Brajnikova au izolat dintr-un bastonaș sporic din solul aflat în jurul Moscovei un nou antibiotic, care a fost numit gramicidina sovietică, prescurtat gramicidina S.

Tot în lumea microorganismelor medicii au găsit și alți aliați prețioși. Este vorba de antibioticele extrase din actinomicele. Astfel, în anul 1944, Waksmann Schatz și Bugie, obțin streptomicina din Streptomices griseus, antibiotic care are proprietatea de a opri creșterea altor microbi, asupra cărora penicilina n-are nici un efect, de pildă asupra bacilului Koch. Ca și penicilina, ea se obține tot în urma unui proces fermentativ. De altfel, prima fază a fabricării – fermentarea – nu se deosebește prea mult de fermentarea folosită la fabricarea penicilinei. După fermentare masa ce cuprinde microorganismul și mediul său de cultură este filtrat, iar din soluția obținută se extrage streptomicina, care după purificare este introdusă în sticluțe.

Domeniul antibioticelor a cunoscut în ultimii ani o dezvoltare extraordinar de rapidă și fructuoasă. Dacă în anul 1946 erau cunoscute numai trei antibiotice cu activitate terapeutică, și anume, penicilina, streptomicina și tirocitrina, în prezent sunt cunoscute sute și numărul lor crește continuu.

ÎN LUMEA MASELOR PLASTICE

Materiale noi

Oricine cunoaște masele plastice. În urmă cu vreo douăzeci de ani, doar chimiștii însă le întrezăreau un viitor. Când, în timpul războiului, lipsa de metale, cauciuc, mătase etc. s-a făcut simțită, trebuiau căutate materiale înlocuitoare tot atât de bune sau poate chiar mai bune decât acestea. Chimiștii le-au găsit în persoana maselor plastice.

Unele mase plastice sunt aproape tot atât de tari ca și oțelul; altele sunt mai ușoare decât aluminiul, tot atât de transparente ca și sticla, moi și elastice ca și cauciucul. Natural, o singură masă plastică n-are toate aceste proprietăți la un loc, dar – o dată ce nu e vorba de produse naturale, ci de produse făcute de mâna omului – compoziția lor chimică poate fi variată în așa fel încât să satisfacă anumite cerințe. Ele mai prezintă și alte avantaje. Astfel, sunt ușoare, pot fi presate în plăci de orice grosime, care încălzite se modelează cu ușurință, iar după răcire își păstrează forma.

Astăzi masele plastice sunt tot mai mult folosite în locul materialelor devenite clasice. Dacă privim în jurul nostru le descoperim pretutindeni: de la materialul din care se confecționează șepci și până la galoși, de la volanul automobilului și până la micuța garnitură ce nu lasă benzina să scape, de la fețe de masă până la veselă de bucătărie, de la mica piesă de radio până la enorma cutie a aparatului.

Ce este o masă plastică? Răsfoind dicționarul aflăm că un material este „plastic” atunci când îi putem da o formă, modelându-l. Desigur răspunsul nu este prea mulțumitor. Noi, care nu urmărim să dezlegăm toate tainele maselor plastice, ne vom mulțumi cu el, completând explicația dicționarului în felul următor. Masele plastice moderne sunt în general substanțe organice cu anumite proprietăți specifice, obținute prin sinteză. De cele mai multe ori ele reprezintă un amestec (așa-numita „compoziție”) de diferite materiale. Componenții principali fiind: liantul (masa plastică propriu-zisă), materialul de umplutură (rumeguș, nisip, azbest, hârtie etc.) și plastifiantul (camfor, glicerina etc).

Masele plastice sunt cunoscute de om încă din vechime. Argila, rășina brazilor, chihlimbarul, asfaltul și cauciucul sunt câteva mase plastice naturale.

În secolul nostru, mai precis în ultimii douăzeci de ani, masele plastice au mers într-un marș triumfal. Rapidul progres al industriei maselor plastice se datorează pe de o parte dezvoltării chimiei, iar pe de alta variatelor surse de materii prime din care ele se pot fabrica. Astfel, drept surse de materii prime se folosesc: țițeiul, cărbunele, gazul metan, nisipul, laptele și, bineînțeles, materialul vegetal, adică plantele. De altfel dacă plantele n-ar fi avut nicio legătură cu masele plastice, n-ar fi avut rost capitolul de față.

Industria maselor plastice, ramură tânără a industriei noastre chimice, va produce tot mai mult în anii următori. Ea va mări baza de materii prime pentru industrie și va permite să se facă importante economii de metal și lemn. Astfel din cele 95000 tone ce se vor produce în 1965 circa 30000 tone mase plastice vor înlocui 180000 tone de metale feroase, iar 5000 tone vor înlocui 30000 tone metale neferoase.

Din ele se vor fabrica diferite piese ușoare și trainice, menite să îmbunătățească indicii calitativi ai mașinilor produse la noi în țară. De asemenea din mase plastice se vor produce nenumărate bunuri de larg consum, ieftine, rezistente și frumoase.

În paginile următoare vom vedea cum poate fi valorificat materialul vegetal pe cale chimică, pentru obținerea maselor plastice.

Biliard, cinematograf și... plante!

Cu greu se poate face o asociație între aceste trei noțiuni disparate. Și totuși există o legătură între ele.

În vara anului 1863 locuitorii orășelului Albany din America de Nord au putut citi un anunț deosebit. Cu litere de-o șchioapă, el avertiza trecătorii că ziarul fraților John și Smith Hyatt a instituit un premiu de 10000 de dolari pentru cel ce va confecționa bile de biliard și din altceva decât din fildeș. Anunțul era într-adevăr senzațional, 10000 de dolari pentru un asemenea fleac! Să arunci pe fereastră o avere pentru niște bile de biliard!

Pe vremea când începe povestirea noastră bilele de biliard se făceau numai din fildeșul elefanților din Africa, și cum aceștia nu se prea lăsau ușor vânaţi, bilele sportului practicat de frații Hyatt erau destul de scumpe. Ce s-au gândit ei atunci? Un anunț senzațional, dotat cu un premiu măreț, ar putea rezolva două probleme. Întâi ar face ca măcar o dată tirajul ziarului lor să se vândă, iar în al doilea rând, poate că reușea cineva să găsească un material bun de folosit în locul fildeșului.

În ceea ce privește prima problemă frații Hyatt au avut dreptate: pentru prima dată în istoria ziarului din Albany, acesta s-a vândut. În ceea ce privește însă a doua problemă, lucrurile nu mergeau prea bine. De fapt mergeau foarte prost, fiindcă nimeni n-o lua în seamă. În fața unei asemenea situații, ce mai puteau face ghinioniștii jucători de biliard decât să atace chiar ei problema?

Punctul de plecare l-a constituit o idee a lui John Hyatt. Acesta își aduse aminte că în timpul exercitării profesiei sale de tipograf se zgâria sau se tăia adeseori. Și cum e incomod să fii mereu bandajat, utiliza un anume procedeu: își proteja degetele muindu-le într-o soluție de colodiu, substanță care se întărește după evaporarea solventului.

Astfel, iscoditorii jucători de biliard, folosind colodiul drept liant, începură să confecționeze bile de biliard din tocătură de hârtie și praf de fildeș, aglomerate prin presare. Încercările lor nu dădeau însă rezultate, așa că rând pe rând procedeele întrebuințate erau părăsite și înlocuite cu altele.

Trecuseră șapte ani din ziua când se publicase năstrușnicul anunț, și

încă nimeni nu rezolvase problema bilelor de biliard. În timpul acesta chimia făcea progrese continue, se descopereau noi substanțe, noi legi, se creau noi teorii bazate pe experiență. Într-o zi, unul din frații Hyatt află că se făcuseră încercări nereușite ca să se plastifice nitroceluloza cu camfor, în vederea transformării ei într-un material ce putea căpăta prin presare diferite forme. Încercară și ei imediat acest procedeu. De astă dată norocul le surâse. Amestecând la cald două părți nitroceluloză cu o parte camfor, obținură un material ce putea fi presat sau tras în foi. Entuziasmul fraților Hyatt era fără margini; deși nu obținuseră ceva din care să poată fabrica bile de biliard, obținuseră totuși… celuloidul, prima masă plastică creată prin aplicația sintezei chimice în tehnică.

Descoperitorii dăruiau lumii un material nou. El a fost imediat îmbrățișat de industriile chimice ce se nășteau, și dat în comerț sub formă de plăci, jucării, farfurii etc. Mai mult, celuloidul contribui la apariția cinematografului. Astfel, prin anul 1887, folosindu-se pelicula de celuloid ca suport al emulsiei fotografice „se obține pelicula fotografică – filmul – și se naște cinematograful.

Cinematograful nu era însă mulțumit cu celuloidul preparat de frații Hyatt. Cauza o constituia inflamabilitatea lui deosebită, exisiând în tot timpul proiectării filmului pericolul de incendiu. Dar și această problemă a fost rezolvată de chimiști.

Rând pe rând, în locul nitrocelulozei inflamabile se introduce în fabricație acetil-celuloza, etil-celuloza și butiro-acetatul de celuloză. În felul acesta se obțin ni locul celuloidului mase plastice neinflamabile ca: celonul, ecaronul, tenitul, triafolul etc.

Și acum, pentru a afla legătura dintre cele trei noțiuni puse drept titlu acestui capitol, a mai rămas să vorbim și despre… plante.

Cu ce au contribuit plantele la descoperirea celuloidului și a celorlalte mase plastice asemănătoare cu el? Cu materia primă. Fără celuloză și camfor – substanțe ce se obțin din plante (camforul poate fi fabricat astăzi și sintetic) – frații Hyatt n-ar fi putut anunța lumii marea lor descoperire. Modul de fabricare a celulozei îl cunoaștem din celelalte capitole. Camforul, o cetonă ciclică, se căpăta pe vremea copilăriei celuloidului numai din arborele de camfor. De aceea soarta primei mase plastice create prin sinteză a fost strâns legată la început de sursele de camfor. Importanța arborelui de camfor a fost atât de mare, încât după războiul imperialist dus de Japonia împotriva Chinei, în anul 1905, prima dobândi controlul asupra bogatelor regiuni chineze producătoare de camfor natural. În felul acesta Japonia imperialistă căpătă aproape un monopol absolut asupra camforului și, ca urmare a stăpânirii arborilor de camfor, producția ei de celuloid crescu într-atât, încât în preajma primului război mondial deveni prima țară din lume producătoare de

celuloid.

Celuloidul și rudele sale

Căutând să valorifice cât mai rațional materialul vegetal, chimia a dat celulozei noi și noi utilizări. Dacă privim un brad cu ochii unui chimist, acolo unde alții nu observă decât frunzulițe verzi ca niște ace, cu miros pătrunzător de rășină, am vedea aninându-se de crăci celuloid, celofan, diferite alte mase plastice de origine vegetală provenite din celuloză și multe alte produse. Bradul devine în felul acesta un „pom de iarnă", împodobit cu fel de fel de daruri.

Ca să obțină celuloza necesară fabricării maselor plastice de origine vegetală, chimiștii se adresează fie industriei hârtiei ce le pune la dispoziție celuloza fabricată de ea, fie valorifică deșeurile de bumbac – lintersul – formate aproape numai din celuloză pură.

Pentru fabricarea celuloidului, celuloza trebuie transformată în nitroceluloză. Să ne oprim puțin. Molecula celulozei conține trei grupe oxidril (—OH), așa că prin tratare cu un acid, în anumite condiții, poate da un produs – un ester, cum este numit – conținând trei resturi de acid. Esterii celulozei cu acidul azotic se numesc nitroceluloze; ele sunt în număr de trei.

În practică, nitroceluloza (numele sub care se înțelege amestecul celor trei nitroceluloze) se obține prin tratarea celulozei cu un amestec de nitrare, format din acid azotic și acid sulfuric. Amestecul de esteri azotici, obținuți la nitrarea celulozei, conține cantități variabile de azot. Produsul cu un conținut mare de azot (13— 14,6%) poartă numele de piroxilină. Presată în pastile, ea e folosită drept exploziv în lucrările miniere. Tratată cu diferite substanțe chimice piroxilina se transformă în „pulbere fără fum", exploziv folosit astăzi de toţi vânătorii.

Nitroceluloza cu 11—12% azot este denumită coloxilină. Din ea se face celuloidul și lacuri speciale, așa-numite lacuri nitro. Celuloidul se fabrică printr-un procedeu relativ ușor de realizat în tehnică, care constă în încorporarea la cald a camforului în masa de nitroceluloză. Încorporarea camforului are loc într-un vas special, numit malaxor, cu ajutorul alcoolului etilic. După terminarea întregului proces, rezultă o pastă vâscoasă. Ea este trecută apoi printr-un fel de laminor, unde alcoolul se evaporă și materialul se transformă în plăci de celuloid. Acestea, presate la cald, formează blocuri compacte.

Cu toate că celuloidul este foarte inflamabil, are încă nenumărate utilizări. Asta, datorită ușurinței cu care poate fi prelucrat, lipit, suflat etc.

Industria cinematografică cere pentru filme un material transparent,

flexibil și mai ales neinflamabil. Celuloidul dovedise că poate satisface primele două condiții. În ce privește a treia, lucrurile stăteau destul de prost. Asta până ce au apărut… rudele celuloidului.

Dacă se tratează celuloza cu acid acetic se obțin, ca și în cazul acidului azotic, esteri ai celulozei. Aceștia, însă, se numesc acetaţi de celuloză sau acetil-celuloze. Spre deosebire de nitroceluloză, ei nu sunt inflamabili, așa că pot fi folosiți pentru fabricarea „celuloidului care nu arde” sau a celonului, cum mai e numit. Celonul se obține ca și celuloidul, folosindu-se până și un utilaj asemănător. Celuloza purificată se tratează cu un amestec de anhidridă acetică și acid acetic, în prezența acidului sulfuric sau a clorurii de zinc, care au drept scop să atragă apa provenită din reacție. Produsul rezultat poartă numele de triacetat de celuloză tehnic sau acetil-celuloza primară. Nefiind solubil în solvenți obișnuiți, el nu are întrebuințări practice. Prin încălzire însă cu acizi diluați trece în acetil-celuloza secundară sau celita, produs obținut în anul 1908. Celita tratată cu anumite substanțe chimice și supusă unor procedee mecanice, asemănătoare cu cele folosite la fabricarea celuloidului, se transformă în celon—celuloid neinflamabil.

Familia maselor plastice celulozice nu se rezumă doar la aceste substanțe. Ați uitat celofanul? Foița subțire în care sunt ambalate astăzi nenumărate produse de larg consum? Afară de acesta chimia modernă a dat naștere și altor mase plastice celulozice cum ar fi, de pildă, tenitul, etocelul, tiloza etc, excelente materii ajutătoare în industria textilă, electrotehnică, aeronautică, navală, de automobile etc.

Înainte de a încheia acest capitol, vom mai aminti câteva mase plastice fabricate din anumite materii prime naturale. Anul 1900 a adus pe lume galalitul un material obținut prin întărirea cazeinei din lapte cu aldehidă formică. Din el se produceau până mai ieri, în mod exclusiv, nasturi, piepteni, scrumiere, pipe etc. Pentru asta cazeina era precipitată din lapte, purificată, apoi tratată cu aldehidă formică pentru a se întări.

Cazeina din lapte n-a mulțumit pe chimiști fiindcă era un material destul de scump, așa că ei s-au hotărât să caute alte izvoare de cazeina. Multe plante conțin substanțe proteice. Substanțe apropiate din punct de vedere chimic de cazeina, cum ar fi, de pildă, gluten-cazeina, legumina, faseolina, vicilina, edestina, glicilina se întâlnesc în mazăre, linte, fasole obișnuită, fasole soia etc. În felul acesta, după nasturii și pieptenii din… brânză, au apărut aceleași obiecte din… fasole!

Hevea învinsă

Primii călători europeni care au păşit pe pământul american au fost atraşi de un material negru, urât mirositor, folosit de localnici pentru confecţionarea diferitelor obiecte: haine prin care nu trece ploaia, luminări, vase pentru păstrat apa etc. Materialul acesta bun la toate nu era altul decât cauciucul. Dar câte nu s-au întâmplat până să ajungă cauciucul atât de cunoscut şi atât de folosit ! Întâmplările cauciucului pot constitui, fără îndoială, adevărate volume de aventuri.

La început el se obţinea numai din arborele brazilian Hevea brasiliensis, din familia Euforbiacee. Acesta conţine în sucul său – în latex – o mare cantitate de cauciuc. Latexul nu este secretat însă numai de Hevea brasiliensis. Mai sunt şi alţi arbori şi arbuşti din diferite familii botanice care pot furniza cauciuc. Hevea, însă, dă un latex cu un conţinut mare de cauciuc (28—30%) de bună calitate şi de aceea este cel mai important furnizor de cauciuc natural. Astfel, în Guyana creşte Hevea guyanensis, o euforbiacee asemănătoare Heveii brasiliensis. În Brazilia de Nord vegetează prin stepe o altă euforbiacee producătoare de cauciuc, Manihot groziovii. Ceva mai la nord, prin ţările Americii centrale, creşte un alt producător de cauciuc originar din Mexic. Este o specie de moracee, denumită Castilloa elastica din care se obţine un cauciuc de calitate inferioară, cauciucul de cartagena sau guayaquil. Mult mai la sud, prin Bolivia centrală, există o specie de opocinacee ce furnizează aşa-numi-tul cauciuc de Pernambuco.

Dacă în Brazilia creşte cel mai bun producător de cauciuc, apoi această ţară nu este singurul loc în lume unde se întâlnesc arbori de cauciuc în stare sălbatică. Africa, Asia şi Indonezia îşi au şi ele speciile de arbori producători de cauciuc, numai că producţia acestora, în comparaţie cu a Heveii, e mai scăzută şi de calitate mai inferioară.

În afara acestor plante specifice brâului cald al Pământului, mai sunt câteva care pot rivaliza cu falnicul Hevea, bineînţeles nu în dimensiuni, ci în ceea ce priveşte producţia de cauciuc la hectar. Este vorba, aşa cum probabil aţi bănuit, de vestiţii kok-sagâz, şi tau-sagâz, plante cauciucofore descoperite de oamenii sovietici.

Lărgirea surselor de cauciuc avea o motivare temeinică: tehnica nu se poate dezvolta fără acest material elastic. Astăzi, peste tot unde sunt vehicule în mişcare se află şi cauciucul. La avion, cauciucul se întrebuinţează în anvelopele roţilor, în garniturile motoarelor, în blindajul rezervoarelor de carburanţi, în învelişurile destinate să apere avionul de givraj, în bărcile pneumatice de salvare ale hidroavioanelor sau aparatelor ce zboară peste mare. De asemenea, cauciucul însoţeşte vaporul pe apă, submarinul în adânc şi automobilul pe drum, intrând în alcătuirea unor părţi ale instalaţiilor acestora.

Datorită utilizării lui, producţia de cauciuc a cunoscut într-un timp

relativ scurt o dezvoltare uriașă. Și când s-a văzut că producția de cauciuc natural nu mai putea satisface toate necesitățile lumii. În continuă creștere, știința modernă a cucerit pentru om, prin sinteză chimică, noi și cu timpul uriașe cantități de cauciuc.

Pentru țara noastră cauciucul prezintă o deosebită importanță, nu numai pentru că tehnica modernă și viitoarea dezvoltare industrială va însemna an de an un consum sporit de cauciuc, ci mai ales pentru că Republica Populară Română va deveni un însemnat producător de cauciuc. Bineînțeles, nu este vorba de cauciucul natural, ci de cauciuc sintetic, obținut din țiței.

Ca și în alte mari realizări ale științei, în producerea cauciucului sintetic plantele au avut un mare rol, căci ele au fost acelea care au pus la îndemâna marelui chimist rus S. V. Lebedev materia primă pentru sinteza cauciucului.

În seara de 3 decembrie 1909, S. V. Lebedev făcu în fața Societății Ruse de Științe Fizico-Chimice o comunicare referitoare la polimerizarea hidrocarburilor și prezentă totodată un gram de cauciuc sintetic obținut din alcool etilic. Unicul gram de cauciuc sintetic a dovedit lumii că elasticul material poate fi fabricat cu succes nu numai în pădurile seculare ale Braziliei, ci și în eprubetele chimiștilor. Mai mult: el a arătat că se poate obține cauciuc din orice plantă, dacă pentru obținerea materiei prime intervin: lemnul, cerealele, cartoful, hidroliză și micuța plantă Sacharomices cerevisiae. Asta, pentru că toate la un loc pot da naștere alcoolului etilic, substanță de la care a pornit Lebedev la sinteza cauciucului.

De la alcool etilic drumul spre cauciucul sintetic trece pe la divinii sau butadiena, cum mai e numită această hidrocarbură. Divinilul, gaz la temperatura și presiunea obișnuită, și lichid la minus 4—5°C sau sub presiune, este alcătuit – ca orice hidrocarbură numai din hidrogen și carbon – din șase atomi de hidrogen și patru de carbon.

Până aici nimic neobișnuit. Numai că fiind o hidrocarbură nesaturată, divinilul polimerizează. Adică, moleculele lui mici, izolate și uniforme, se unesc alcătuind o moleculă mare, complicată, de sute de mii de ori mai grea decât cea de hidrogen, alcătuită din sudarea a sute de molecule de divinii.

În linii mari, în industrie lucrurile se petrec în felul următor. Alcoolul etilic, obținut prin fermentarea hidrolizatelor de lemn, a deșeurilor vegetale sau a amidonului, prin sinteză etc. Este transformat în vapori de alcool. Aceștia sunt introduși în cuptoare speciale, în interiorul cărora se află un catalizator. Aici, la o temperatură de câteva sute de grade, vaporii de alcool se descompun, dând naștere la mai multe substanțe chimice, printre care și divinilul. Din numai două molecule de alcool

etilic intrate în proces rezultă o moleculă de divinii, una de hidrogen și două de apă. În mod teoretic din fiecare 10 kg de alcool intrate în cuptorul de contact rezultă 6 kg de divinil. Asta înseamnă că dintr-o tonă de lemn, care furnizează 150 kg alcool etilic, se obțin 90 kg de divinil.

Plantele mai pot furniza însă cauciucului sintetic o materie primă din care se poate ajunge la divinil. Este vorba de furfurol. Pentru asta furfurolul este hidrogenat și astfel transformat în hidrofuran, de la care printr-un procedeu anumit se ajunge la divinil.

După purificarea divinilului, care se poate face tot cu furfurol, acesta este trecut în autoclave sub presiune unde are loc polimerizarea. Ea durează vreo 20 de ore.

Un alt savant sovietic, chimistul A. E. Favorski, a arătat că acetona – obținută din produse vegetale sau prin sinteză – se poate condensa cu acetilena. Plecând de aici, Favorski a unit acetilena cu acetona a supus produsul obținut unor serii de reacții, reușind până la urmă să capete izoprenul – substanța de bază a cauciucului natural. Polimerizându-l, chimistul fabrică un cauciuc sintetic. Pentru realizarea acestei sinteze Favorski a fost distins cu titlul de laureat al Premiului Lenin.

Cu toate că știința a descoperit astăzi și alte surse economice de materii prime de la care se poate ajunge la divinii (e vorba de ţiţei și gaze naturale), importanţa sintezei lui Lebedev rămâne foarte mare din punct de vedere istoric, ea fiind prima sinteză industrială a cauciucului pornind de la alcoolul etilic obținut din produse vegetale. Deci, am putea spune că dacă oamenii de știință n-ar fi cunoscut hidroliza materialelor vegetale, realizarea practică pe scară industrială a cauciucului sintetic ar fi mai întârziat.

Este demn de reținut că, în același timp cu Lebedev un alt chimist sovietic, Bîzov, a prezentat o propunere pentru obținerea cauciucului pornind de la divinii fabricat din ţiţei. Dar, comparativ, procedeul lui Bîzov era mai puțin pus la punct. Așa că în prima luptă dintre ţiţei și produse vegetale, în dispută pentru cauciuc sintetic, produsele vegetale au ieșit învingătoare, datorită hidrolizei și fermentației.

FIBRE BUNE ȘI IEFTINE

Visuri și realități

De-a lungul veacurilor omul s-a străduit necontenit să-și facă felurite

veșminte, ca să-și apere corpul de mușcătura aspră a gerului sau de sulițele fierbinți ale Soarelui. La început, când trăia din vânat și se adăpostea prin peșteri, îmbrăcămintea lui era pielea unui animal ucis. Peste veacuri și veacuri, pășind pe făgașul unor nesfârșite și neprețuite cuceriri, omul constată că pielea unui animal nu-i un veșmânt prea comod, așa că începe să caute alte materiale din care să-și facă îmbrăcămintea.

Când omul învață să facă unelte și să muncească pământul, veșmântul lui se schimbă: în locul pieilor apar țesăturile de lână, de bumbac și de mătase. „Materia primă” îi era furnizată de oaie, de planta bumbac și de viermele de mătase (Bombyx mori). Dintre toate mătasea era cea mai scumpă și cea mai frumoasă. De aceea nu este de mirare că de-a lungul timpului nenumărați cercetători au încercat s-o producă în cantități mari, fără însă a apela la Bombyx mori.

Printre cei atrași de mirajul producerii mătăsii în laborator a fost și învățatul englez Robert Hooke (1635—1703), cunoscut, printre altele, ca primul om ce a văzut la microscop celula vegetală. Acesta era convins că mătasea ar putea fi preparată artificial, dacă s-ar găsi un lichid vâscos asemenea lichidului din care viermii își torc firele.

Mai târziu, prin anul 1734, învățatul francez Reaumur, descoperitorul termometrului cu alcool, studiază viața viermilor de mătase și încearcă chiar să reproducă în laborator procesul prin care aceștia torc firul lucitor. „Mătasea – scrie Reaumur în lucrarea sa „Memoires pour servir a rhistoire naturelle des insectes „— este de fapt doar un fel de soluție de gumă uscată la aer. N-ar fi oare cu putință să se prepare din soluții de gumă sau rășină un produs asemănător mătăsii? La prima vedere s-ar părea, desigur, că ideea aceasta este oarecum greșită. Dar după o matură chibzuință se ajunge la convingerea că este vorba de o idee care făgăduiește rezultate bune.”

Visurile și încercările acestor învățați n-au dus însă la niciun rezultat practic, de aceea au doar o importanță istorică.

Peste o sută și ceva de ani, în anul 1840, lumea științifică avea să înregistreze descoperirea ozonului, care n-avea nimic comun cu mătasea artificială. Totuși, de ozon este legată descoperirea unei substanțe din care mai târziu s-a putut prepara. În sfârșit, prima mătase artificială. Iată cum s-au întâmplat lucrurile.

După ce descoperise ozonul, chimistul C. F. Schonbein din Basel căută să afle natura produsului obținut. Pentru asta făcea nenumărate experiențe.

Într-o zi, Schonbein realiză un amestec de acid sulfuric și acid azotic și începu să trateze cu el tot felul de substanțe organice și anorganice. Din întâmplare îi căzu în mână și un petec de hârtie. Îl tratâ și pe el cu

amestecul făcut. Observă atunci că hârtia devenise impermeabilă și transparentă. Dar curând Schonbein mai descoperi ceva: pașnica hârtie devenise explozivă. Fire cercetătoare, Schonbein nu putea lăsa misterul acesta nedezlegat. Abandonă, așadar, problema ozonului, și se apucă să dezlege misterul hârtiei explozive. Continuă deci experiențele în această direcție.

Pe vremea aceea hârtia se făcea din zdrențe, așa că Schonbein se gândi să supună acțiunii amestecului de acid sulfuric și acid azotic materialul de bază folosit la fabricarea ei, adică diferite fibre vegetale. Schonbein folosi fire de in, de cânepă și de bumbac. Lucrând mai mult timp asupra bumbacului, constată că acesta, după ce e tratat cu acizi și e uscat, capătă o oarecare asprime la pipăit, iar când e frecat între degete fâșâie ca mătasea. Asta însemna că se întâmplase totuși ceva cu bumbacul, deși firele sale puțin îngălbenite n-arătau să fi suferit transformări prea mari. Dar și bumbacul acesta devenise exploziv. Din punct de vedere chimic el era acum nitroceluloză.

Schonbein descoperise în felul acesta fulmicotonul, substanță care putea înlocui praful de pușcă. Căutând să transforme bumbacul exploziv într-un produs util, Schonbein ajunse însă la colodiu.

După câțiva zeci de ani, englezul J. W. Swan reuși să obțină fire de mătase artificială, ba chiar să facă țesături din colodiu. Descoperirea însă nu l-a interesat, deoarece el era electrotehnician și se ocupa cu problema becurilor de iluminat.

Cel ce avea să fabrice mătasea artificială, atât de dorită de înaintașii săi, a fost francezul Hilaire de Chardonnet.

Chardonnet, independent de Swan, a aplicat același procedeu pentru realizarea firelor de mătase. Pentru asta a presat fulmicoton dizolvat în eter (colodiu) prin găurile fine ale unor tubușoare și a obținut, după evaporarea dizolvantului, niște fire lucioase ca mătasea, pe care le numi „soie artificielle”, adică mătase artificială. Succesul însă n-a fost căpătat ușor; Chardonnet a trebuit să lucreze 15 ani până să ajungă la primele rezultate. Peste câțiva ani, în 1890, s-a ridicat în orașul Besangon prima fabrică de fibre artificiale.

Pe la sfârșitul secolului al XIX-lea, în anul 1891, chimiștii englezi Cross, Bevan și Beadle reușesc să fabrice mătase artificială transformând celuloza în xantogenat de celuloză – substanță solubilă în apă – pe care-l presează printr-o filieră într-o baie de precipitare unde celuloza este regenerată. Procedeul acesta, numit procedeul vâscoză, după ce a fost pus la punct de diferiți chimiști, a devenit astăzi cel mai folosit pentru obținerea mătăsii artificiale.

La șase ani de la data când începuse producția industrială a firelor de mătase artificială la Besangon, doi germani, pe nume Fremery și

Urban, dizolvă celuloza în așa-numita soluție cuproxam sau cuproamoniacală și trag din soluție primele fire de mătase cuproamoniacală.

Importanța fabricării și dezvoltării industriei de fibre artificiale a fost arătat de marele chimist rus D. I. Mendeleev încă în anul 1900, după ce s-a întors de la Expoziția industrială din Paris, unde văzuse pentru prima dată mostre de mătase artificială. Iată ce scrie el în ziarul „Reci" („Cuvântul"), apărut la 18 august 1900: „Dorim... ca și la noi să se introducă mai repede și să se dezvolte larg (fabricarea mătăsii vâscoză n. a.), mai ales că tara noastră este foarte bogată în diferite produse vegetale care nu sunt folosite. Afară de aceasta, celuloza nu epuizează solul și nu poate fi folosită ca aliment... Dacă am transforma deșeurile (obținute în urma prelucrării lemnului, n. a) în articole din vâscoză, în special în fibre, ne-am îmbogăți mai mult decât din tot comerțul nostru". Dar dorința și visul acestui genial savant n-aveau să fie realizate decât mult mai târziu, în anii Puterii Sovietice.

Chimiștii nu s-au mulțumit însă numai cu trei feluri de fibre artificiale (fibre cuproamoniacale, vâscoză și nitro), ci au căutat să producă și altele mai bune. Mai ieftine. Așa că în urma strădaniilor lor apar fibrele acetat (din acetat de celuloză), fibrele din acizi poliuronici și fibrele din materii proteice. O dată cu asta se lărgește și sursa materiilor prime din care se produc fibrele: după fibrele din celuloză se obțin fibre din lapte, din porumb, fasole și din alge marine!

Ca o încununare a succesului chimiei pe tărâmul fibrelor artificiale apare în anu) 1934 și prima fibră sintetică. Spre deosebire de fibre artificiale – fabricate din materiale naturale cu structură macromoleculară, unde de cele mai multe ori starea de fibră preexistă – fibrele sintetice sunt fabricate din substanțe chimice, în care structura de fibră a fost obținută prin operații de sinteză și filare. Fibrele sintetice, pe care le cunoaștem cu toții sub numele de relon, rolan, teran, vinilon, perlon, capron, nylon, orlon etc. Au devenit astăzi la fel de importante ca cele naturale și artificiale.

În anii construcției socialiste au intrat în funcțiune la Săvinești fabricile de relon și rolan, care conform Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R. își vor dubla capacitatea de producție până în 1965. Materiile prime folosite sunt gazele rezultate la prelucrarea țițeiului și gazului metan. De asemenea vom mai produce pe scară industrială fibre sintetice înlocuitoare ale lânii și bumbacului.

În afara acestor fibre sintetice, industria noastră chimică produce fire și fibre artificiale. Ele se fabrică la întreprinderea „Viscofil" din Capitală și la fabrica din Lupeni. În anii următori vor mai fi create unități industriale, a căror producție va acoperi necesarul intern de celofibră,

mătase artificială și cord de vâscoză. Materia primă va fi formată din celuloza extrasă din stuf și din lemn. În felul acesta, potrivit prevederilor Congresului al III-lea al P.M.R., în 1965 fabricile noastre vor produce circa 34 000 tone fire și fibre artificiale pe bază de celuloză.

Mătase și lână din... lemn!

Titlul pare, fără îndoială, ciudat și puțin de crezut. Cum, adică: lână din lemn? Am văzut doar mai înainte că din celuloză se poate face mătase artificială. Despre lână nu s-a spus nimic. E oare o greșeală? Nu! Pentru că mătasea vâscoză poate fi și... lână! Câteodată chiar și... bumbac!

Deși pare ciudat, totuși această prefacere a fost făcută de chimie, și nu așa de greu precum ne putem închipui. Pentru asta a fost suficient ca firele de mătase vâscoză să fie tăiate la o anumită lungime și apoi încrețite, după care au fost toarse ca firele de bumbac sau de lână. Dar ca să se ajungă la țesături de bumbac sau lână făcute din lemn, trebuia să se obțină firul de mătase artificială. Cum se fabrică asemenea fire?

Pentru fabricarea fibrelor de vâscoză se folosește ca materie primă celuloza sulfit extrasă din lemn, din stuf etc, precum și o serie de substanțe chimice auxiliare, cum sunt, de pildă, hidroxidul de sodiu, sulfura de carbon, acidul sulfuric etc

În general nașterea firelor de vâscoză necesită trei operații principale: prepararea soluției de filat, formarea fibrelor și finisarea fibrelor obținute.

Ca să putem pricepe procesele ce vor fi expuse ulterior, iată în câteva cuvinte modul de fabricare al acestor fibre. Celuloza este tratată cu o soluție de hidroxid de sodiu – operație numită mercerizare – și se obține alcaliceluloza. Aceasta, la rândul ei, reacționează cu sulfura de carbon, iar produsul chimic căpătat este xantogenatul de celuloză. Dizolvând xantogenatul de celuloză într-o soluție de hidroxid de sodiu rezultă soluția pentru filat. Întărirea fibrei, adică formarea ei, se face într-o baie de filat care cuprinde anumite substanțe.

După formare, fibrele vâscoză sunt supuse unei serii de prelucrări numite, în totalitate, finisare. Acum sunt îndepărtate de pe ele toate urmele de săruri, de sulf; uneori fibrele sunt albite, spălate etc. La sfârșit, când toate aceste operații au fost făcute, cu greu îţi vine să crezi că a fost posibilă transformarea unei foi groase de celuloză în fibre fine de „mătase”. Cu toate acestea, chimia vrăjitoarea a reușit și acest „tur de forță”! Ba, a făcut chiar mai mult! A făcut din „mătase” lână și bumbac; a creat celofibra! Aceasta se folosește în țesături și stofe ca înlocuitor de lână sau bumbac; celofibra se fabrică din fibre de mătase

vâscoză tăiate la o anumită lungime și supuse unor operații de încreţire și finisare, după care se torc sub formă de fire, așa cum se procedează în industria textilă cu lâna de oaie și bumbacul natural.

În multe din poveștile copilăriei se vorbea de veșminte atât de subțiri încât păreau țesute din fire de păianjen. De altfel, chiar și astăzi considerăm adeseori firul de păianjen limita de finețe a unei fibre. Totuși tehnica a reușit să creeze un „păianjen” care să toarcă un fir mult mai subțire decât al insectei ce-și face „casă” din fire împletite. „Păianjenul” acesta e o mașină care trage fire de mătase cuproamoniacală. Mătasea aceasta, creată de mâna omului, își datorează numele faptului că celuloza este dizolvată într-o soluție cuproamoniacală. Soluția este apoi presată printr-o filieră într-un vas cu apă, unde celuloza pierde cuprul și amoniacul cu care se întovărășise în timpul cât fusese dizolvată. În felul acesta celuloza e regenerată. Dar dacă înainte de fabricație celuloza nu era altceva decât niște foi groase de carton, acum, după fabricație, s-a transformat în fire subțiri din care se pot face cele mai fine țesături. Finețea fibrei de mătase cuproamoniacală este atât de mare, încât ciorapii țesuți din ea sunt așa de transparenți că nu se văd!

În ultimii ani a început să capete dezvoltare fabricarea fibrelor acetat. Spre deosebire de fibrele vâscoză și cuproamoniacale, fibrele acetat nu sunt făcute din celuloză pură, ci dintr-un compus chimic al celulozei cu anhidrida acetică, numit acetil-celuloză.

Cu toate că procedeul acesta e mult mai simplu decât celelalte, totuși el nu poate concura procedeul vâscoză datorită costului ridicat al materiilor prime folosite (anhidrida acetică, acetonă, alcool, linters etc). Datorită calităților pe care le au însă fibrele acetat, acestea sunt larg folosite. Este interesant de aflat că mătasea acetat lasă să treacă razele ultraviolete, așa că purtând un costum de baie confecționat dintr-o asemenea mătase te bronzezi la soare la fel de bine ca și fără costum!

Astăzi, aproximativ 80—85% din producția mondială de fibre artificiale se obține prin procedeul vâscoză. Lucrul acesta nu trebuie să mire, deoarece celelalte procedee de care am amintit sunt mai puțin economice decât procedeul vâscoză. Și iată de ce: Dintr-un metru cub de lemn se pot scoate 200 kg celuloză, din care se fabrică fibre ce pot înlocui bumbacul recoltat de pe o jumătate de hectar, mătasea naturală de pe 320000 coconi și lână dată de 25—30 oi. Din fibrele artificiale ce se pot fabrica dintr-un metru cub de lemn se pot țese 4000 de ciorapi de mătase sau 1500 metri de țesături, din care se pot face 500 de rochii! Recunoașteți că este un record!

Dar chimiștii nu s-au mulțumit numai cu aceste tipuri de fibre artificiale; ei au căutat și altele. Astfel au apărut firele din aceto-butirat

de celuloză, din carboxi-metil-celuloză, din carboxi-etil-celuloză și fibrele textile din… alge, adică din acidul alginic ce se extrage din unele alge marine. Totuși familia fibrelor artificiale nu ar fi completă dacă n-am aminti și de faptul că…

Porumbul, soia, alunele dau... lână!

Povestea lânii din porumb, soia, alune începe în Italia, unde chimiștii se apucaseră să fabrice lână din ...lapte! Vă veți întreba desigur ce legătură are lâna cu laptele, porumbul, fasolea soia sau alunele? Și totuși între aceste produse atât de deosebite există o legătură. Legătura e făcută de proteine.

Așa cum spuneam, chimiștii italieni căutau să facă lână din lapte. Pentru asta ei au plecat de la ideea că acest produs natural conține o cantitate de proteină (numită cazeină), ce ar putea fi închegată și transformată în fire, a căror compoziție chimică să se apropie de lâna naturală. După numeroase încercări ei reușesc să fabrice „lanitalul” (prescurtarea cuvintelor „lana italiana”), adică lâna italiană.

Dar cazeina e o materie primă scumpă. Chimiștii au început atunci să se întrebe: nu există, oare, o altă materie primă proteică care ar putea înlocui cazeina? Răspunsul a venit prin anul 1948, când au început să se fabrice fibre artificiale din zeină. Aceasta e o substanță proteică aflată în făina de porumb și una din puținele proteine solubile în solvenți organici, proprietate foarte importantă căci ne permite să o extragem ușor, fără ca ceilalți componenți din făină s-o impurifice. În industrie, fabricarea fibrelor din zeină și în general din proteine vegetale se face în mod asemănător cu aceea din cazeina extrasă din lapte.

Curând s-a văzut că pentru fabricarea fibrelor artificiale proteice se pot folosi și proteinele din alunele de pământ (arahide). Astfel s-a ajuns la fibra „aridil”.

După aceste descoperiri au urmat fibrele din fasole soia, din ricin, turte de bumbac etc. Cine știe ce descoperiri se vor mai face! În orice caz, fibrele artificiale proteice au înaintea lor viitorul datorită pe de o parte unei baze largi de materii prime, iar pe de altă parte rezultatelor bune obținute la prelucrarea lor în amestec cu fibre naturale, fibre vâscoză sau fibre sintetice.

Fibre sintetice din... floarea-soarelui și ricin!

Astăzi nu există persoană care să nu folosească un obiect

confecționat din relon, rolan, nylon, perlon, capron – mase plastice ce pot fi filate și transformate în fibre.

Dar ce legătură poate fi între relon, rolan, nylon, perlon, capron și plante? Ca să putem răspunde la această întrebare trebuie să aflăm mai întâi ce sunt aceste substanțe și cum se fabrică ele.

Nenumărate denumiri ca: relon în R.P.R., capron în U.R.S.S., perlon în Germania, silon în R. S. Cehoslovacă, nylon în S.U.A., rilsan în Franța și multe altele nu reprezintă altceva decât denumirile locale ale aceluiași tip de mase plastice filabile – masele plastice poliamidice, care, în anumite condiții, pot fi transformate și în fibre.

Dar de ce se numesc „mase plastice poliamidice”? Pentru că sunt, din punct de vedere chimic, niște poliamide – substanțe obținute prin policondensarea (adică unirea unor molecule prevăzute la capete cu două grupări reactive) diaminelor și a acizilor dicarbonici.

În general, pentru fabricarea maselor plastice poliamidice se pornește de la materii prime rezultate din cărbuni, țiței sau gaze naturale. Să luăm un exemplu: nylonul. Acesta se obține în urma policondensării acidului adipic cu hexametilendiamina. De pildă, pornind de la cărbune, căpătăm fenolul, care poate fi transformat în ciclohexanol, apoi în acid adipic și hexametilendiamina.

Chimiștii au găsit însă și alte căi pentru obținerea acidului adipic și a hexametilendiaminei. Pentru asta au apelat însă la plante, deoarece ele le puteau furniza materia primă.

Una dintre materiile prime din care se poate fabrica nylon sau perlon este vechea noastră cunoștință – furfurolul. Acesta, așa cum am văzut, rezultă prin hidroliza deșeurilor vegetale bogate în pentozani, în special a cojilor de semințe de floarea-soarelui, de bumbac etc. Dar cum e posibilă transformarea furfurolului în nylon sau perlon?

Furfurolul ajuns în uzină este transformat în vapori prin încălzire și apoi e trecut printr-o instalație specială peste un catalizator care îi „fură” un carbon și un oxigen, transformându-l în substanța numită furan. Mai departe, în următoarea fază de fabricație, furanul este obligat de un alt catalizator să primească în molecula sa încă 4 atomi de hidrogen, astfel ca să dispară dublele legături dintre carboni și să se obțină tetrahidrofuranul.

Tetrahidrofuranul conține și el un inel format din 4 atomi de carbon și unul de oxigen. În faza următoare de fabricație inelul dispare. Pentru asta, folosind diferite procedee, tetrahidrofuranul este silit să reacționeze cu acidul clorhidric și să formeze substanța numită 1.4-diclorbutan.

Produsul obținut suferă în continuare transformări până la acid adipic și hexametilendiamina. Mai departe, prin unirea acidului cu

hexametilendiamina se capătă „sarea de nylon”. Aceasta, supusă altor operații, conduce până la urmă la nylon.

Dar furfurolul se poate transforma și în relon sau perlon, nu numai în nylon! În acest scop, după ce furfurolul a fost transformat în furan, apoi în tetrahidrofuran, este supus unor reacții chimice care duc la caprolactamă, substanță ce prin policondensare dă naștere relonului sau perlonului.

Furfurolul nu este însă singura materie primă ce se poate căpăta din substanțe vegetale, și care poate duce la nylon. Mai sunt și altele. Dintre acestea fac parte alcoolul etilic și uleiul de ricin. Să începem cu primul.

Alcoolul etilic, așa cum am văzut, se poate căpăta prin fermentația alcoolică a substanțelor dulci sau prin sinteză, pornind de la gazele de rafinărie sau de la gaz metan. Alcoolul etilic este transformat în butadienă, printr-un procedeu asemănător celui folosit de savantul rus Lebedev, în vederea sintezei cauciucului. Butadiena obținută este apoi trecută în diclorbutenă, iar aceasta, cu ajutorul acidului cianhidric, în dicianbutină, din care se capătă la sfârșit adiponitrilul – substanță de bază în fabricația nylonului.

Fără îndoială că ați avut adeseori ocazia să auziți sau să vedeți pe diferite produse o emblemă pe care scria: „Nylon 66” sau „Nylon 610”. Ce semnificație să aibă aceste cifre? Într-un fel, răspunsul ni-l dau... plantele! Mai precis uleiul de ricin. Dar, înainte de toate, să vedem ce reprezintă aceste cifre.

Am văzut că nylonul se fabrică prin policondensarea acidului adipic cu hexametilendiamina. Dacă vom număra atomii de carbon cuprinși în moleculele acestor corpuri, vom vedea că în ambele cazuri ei sunt în număr de 6. De aici și denumirea de „Nylon 66” produsului rezultat prin policondensarea lor. Dar ce reprezintă „Nylon 610”? Am spus că răspunzător de nedumerirea noastră este, nici mai mult nici mai puțin, decât binecunoscutul purgativ – uleiul de ricin. Să vedem de ce. Căutând să lărgească cât mai mult baza de materii prime necesare fabricării nylonului, și mai ales să obțină fibre cu anumite calități, chimiștii au înlocuit acidul adipic folosit în fabricație cu acid sebacic – un acid asemănător acidului adipic, dar cu 10 atomi de carbon în moleculă. Substanța obținută prin policondesarea acestui acid cu hexainetilendiamina a primit numele de „Nylon 610”. Acum fără îndoială că vă este clar de ce produsul se numește așa: cifra 6 reprezintă numărul de carboni din molecula de hexametilendiamină, iar 10 numărul atomilor de carbon din molecula acidului sebacic; împreună formează 610. Dar ce amestec are aici uleiul de ricin? Din el se obține acidul sebacic.

Uleiul de ricin mai poate da naștere unei mase plastice folosită pentru fabricarea fibrelor sintetice. E vorba de rilsan, produs ce se fabrică sub acest nume în Franța. Fabricația rilsanului pornește, ca și a nylonului 610, de la acidul ricinoleic. În urma unui întreg șir de operații chimice se capătă până la urmă rilsanul, din care se fac țesături de o finețe și trăinicie remarcabilă.

Iată ce transformări uimitoare poate suferi substanța vegetală, sursă inepuizabilă de materii prime pentru industria chimică.

Cuvânt înainte
ENIGMA CEA MARE
Încercări
Se face lumină
Produsele uzinei
Se spun calculele și experienţele
DIN UZINA PE OGOARE
Pământul trebuie îngrășat *Călătorie în timp îngrăşămintele aduc belșugul*
„Elementul vieţii și gândirii” *Lupta pentru fosfor Rezultatele?*
Aerul îngrașă
Din sol sau din aer?
„Vitaminele” plantelor Medicina ogoarelor
COMORI ASCUNSE
Tot mai multă hârtie
O *incursiune de istoria hârtiei la o fabrică de hârtie Numai din lemn?*
O industrie dulce *Priviri înapoi Pe drumul zahărului Un sac fără fund*
Prefacerile lemnului
Cărbunele se poate fabrica Lemnul „transpiră”.
Cărbunele salvator întrebări și răspunsuri Soloenţii la lucru

Noi materii prime şi frunzele se valorifică Asaltul ligninei Vanilină din… lemn Ioniţii

Arome și parfumuri

De-a lungul secolelor Ce sunt uleiurile volatile?

Întâlnire cu chimistul Chimiștii la lucru

O vrăjitorie modernă

Descoperirea lui Kirhoff Zahăr din… lemnt Fire nevăzute Benzenul în pericol?

Fermenţii la lucra *descoperiri epocale să facem cunoștință cu enzimele Nectarul viilor Orz contra viţă de vie „Aqua vitis”.*

Bogăţii, bogăţii, bogăţii…

Plante împotriva bolilor

Din istoria farmacologiei Otrăvuri și medicamente Vitaminele

O listă fără Sfârşit Arme împotriva microbilor

În lumea maselor plastice *Materiale noi*

Biliard, cinematograf și… plantei Celuloidul și rudele sale Hevea învinsă

Fibre bune și ieftine *Visuri și realităţi Mătase și lină din… lemn*

Porumbul, soia, alunele dau… llnăl Fibre sintetice din floarea-soarelui și ricin